

Automatisering av addisjonskombinasjoner

Et undervisningsopplegg for elever på 2.trinn

Unni Christensen



Masteroppgave i spesialpedagogikk

Det utdanningsvitenskaplige fakultet

Institutt for spesialpedagogikk

UNIVERSITETET I OSLO

28.mai - 2008

Sammendrag

Bakgrunnen for å gjøre undersøkelsen er diskusjoner om verdien av å automatisere kunnskap i skolen. Hvilken faglig verdi har automatisering av lærestoff i forhold til tidsbruken? Trening av matematisk kunnskap har ofte vært ansett som avleggs metodikk i skolen fordi det heller skal sikres at elevene skal få grundig begrepsforståelse, som skal hjelpe dem i løsningen av problemløsningsoppgavene. Men er det motsetninger i det å lære fakta og ferdigheter og det å bli sikker på problemløsningsoppgaver? Kan trening av addisjonskombinasjoner være et ledd i forebyggelsen av matematikkvansker?

Studien som beskrives i oppgaven er et kvasi-eksperiment med pretest og posttest. Det er benyttet beskrivende analyser i presentasjon av resultater. Oppgaven er en kvantitativ undersøkelse som søker å finne svar på om hyppig trening på addisjonskombinasjoner kan styrke elevenes automatisering i addisjon. I tillegg prøver undersøkelsen å finne ut om treningen gir utslag på anvendelsen av addisjon i problemløsningsoppgaver.

Problemstillingen er: "Kan hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrke elevenes automatisering i addisjon?" Forskningsspørsmålene handler om å finne sammenhenger mellom forsøks- og kontrollgruppens resultater i pretest og posttest, om det er forskjeller på gutter og jenter og hvilken gruppe elever som har hatt mest nytte av treningen; de som skårer høyest eller de som skårer lavest ved pretest.

Analysen bygget på kvantitative data fra en barneskole i en middelstor kommune på Østlandet. Utvalget besto av alle 67 elevene ved 2. trinn; en forsøksgruppe på 22 elever og en kontrollgruppe på 45 elever. Pretesten var todelt. Elevene skulle besvare så mange så mulig av 32 enkle addisjonskombinasjoner bestående av de parvise kombinasjoner som kan dannes av tallene 2 til 9. I tillegg skulle elevene besvare 6 problemløsningsoppgaver med enkel addisjon og med ulike problemstrukturer. Totalt 38 oppgaver. Testene hadde maksimumstid. Det var ønskelig at elevene skulle

benytte minst mulig av tellestrategiene, noe som muligens maksimumstid kunne være med å forhindre. Mellom pretest og posttest fikk forsøksgruppen 6 ukers trening på addisjonskombinasjonene, 2 ganger daglig i 3-4 minutter. Undervisningsmateriellet besto av to hefter med addisjonskombinasjoner. Læreren ledet forsøksgruppen når de leste kombinasjonene høyt i kor. Kontrollgruppen fulgte vanlig undervisning.

Analyse av resultatene viste en signifikant forskjell mellom gruppene i gjennomsnittlig løste oppgaver ved posttest; forsøksgruppen løste 7 ½ oppgaver mer enn kontrollgruppen. Resultatene viste ingen signifikante forskjeller mellom gutter og jenter. Ved å analysere de 25% svakeste elevene i forsøksgruppen, ble det gjort tydelige funn på at jentene i denne gruppen hadde den største framgangen i løpet av treningsperioden. De nest svakeste elevene hadde også en betydelig forbedring av resultatene ved posttest.

En forutinntatt hypotese om at hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrker automatisering av addisjon kan se ut til å stemme, til tross for at det i denne undersøkelsen er vanskelig å vite med sikkerhet om automatisering virkelig har funnet sted. Hovedresultatet er derfor basert på tegn som ligger til grunn for en antatt automatisering. Forsøksgruppen hadde en større økning i antall løste addisjonsoppgaver ved posttest enn kontrollgruppen. Dette må sees på som et tegn på at kunnskap er på vei til å bli automatisert og at retrieval-strategier er i bruk.

Resultatene er i overensstemmelse med forskning som er gjort på området, for eksempel Askew & William (1995) som mener at det å lære utenat og si høyt/messe (chanting) resulterer i automatisering. Baddeley (1986) og Ostad (2006) mener at det å si tallkombinasjonene høyt, kan være med å styrke den indre talen som i neste omgang kan spille en rolle som framhentingsredskap av tidligere innlærte kunnskaper.

Forord

Masteroppgaven inngår som en del av masterstudiet i spesialpedagogikk ved Institutt for spesialpedagogikk, Universitetet i Oslo.

Da jeg ønsket å gjøre en undersøkelse på temaet automatisering av addisjonskombinasjoner, trengte jeg en forsøksgruppe og en kontrollgruppe. Jeg vil takke lærerne på 2. trinn ved forsøkskolen, som stilte gruppene sine til disposisjon for undersøkelsen. En spesiell takk til læreren for forsøksgruppen, som gjennomførte 6 ukers trening med addisjonskombinasjoner. Samarbeidet har vært givende og det har vært morsomt å høre om ivrige elever som har ville trene!

En stor takk til veileder Guri A. Nortvedt ved Institutt for Spesialpedagogikk ved UiO. Takk for et godt samarbeid gjennom alle ledd i prosessen. Du har gitt meg grundig faglig oppfølging, lært meg om strukturering av fagstoff og støttet meg når det har blitt imot.

Takk til tidligere kollega Birgitte Solberg for gjennomlesing av oppgaven, samt til søster Åshild for SPSS-hjelp. Og endelig; en stor takk til familien som har støttet meg. Amalie, nå blir det kanotur!

Sofiemyr, 28.mai 2008.

Unni Christensen

Innhold

SAMMENDRAG	3
FORORD.....	5
INNHold	6
OVERSIKT OVER TABELLER.....	9
OVERSIKT OVER FIGURER	10
1. INNLEDNING.....	11
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA	11
1.2 PROBLEMSTILLING	12
1.2.1 Hypotese	13
1.3 DEFINISJONER PÅ AUTOMATISERING.....	15
1.4 STRATEGIBEGREPET OG AUTOMATISERING	16
1.5 TIDLIGERE FORSKNING PÅ OMRÅDET.	16
1.6 OPPBYGGING AV OPPGAVEN.....	18
2. TEORI.....	19
2.1 OPPMERKSOMHET	19
2.2 ARBEIDSMINNET	20
2.2.1 Den sentrale styringsenheten.....	21
2.2.2 Den fonologiske sløyfen.....	22
2.2.3 Den visuelle sløyfen	23
2.2.4 Hvilken rolle har den fonologiske og den visuelle sløyfe for automatiseringsprosessen?	
2.3 LANGTIDSMINNET	25
2.4 AUTOMATISERINGSPROSESSEN	26
2.4.1 Automatisering av matematiske kunnskaper.....	27
2.5 FERDIGHETSTRENING	28

2.5.1	<i>Ferdighetstrening og øvelse av addisjonskombinasjoner</i>	28
2.6	PROBLEMLØSNING I MATEMATIKK	30
2.6.1	<i>Strukturer i problemløsningsoppgaver</i>	31
2.7	OPPSUMMERING	34
3.	METODE	35
3.1	DESIGN.....	35
3.2	UTVALG	36
3.2.1	<i>Forsøksgruppen</i>	37
3.2.2	<i>Kontrollgruppen</i>	38
3.2.3	<i>Intervju med lærer</i>	38
3.3	UNDERVISNINGSFORSØK.....	38
3.3.1	<i>Operasjonalisering</i>	38
3.3.2	<i>Treningsperioden</i>	39
3.3.3	<i>Korlesing</i>	39
3.3.4	<i>Undervisningsmateriell</i>	40
3.3.5	<i>Administrering</i>	41
3.4	TESTUTVIKLING	42
3.4.1	<i>Testkonstrukt</i>	44
3.4.2	<i>Testutvikling</i>	45
3.5	PRESENTASJON OG ANALYSE AV DATA.....	49
3.6	VALIDITET OG RELIABILITET	50
3.7	ETISKE HENSYN.....	56
4.	PRESENTASJON OG ANALYSE MED PRELIMINÆR DRØFTING	59
4.1	PRESENTASJON AV RESULTATER; ADDISJONSKOMBINASJONER	59

4.1.1	<i>Pretest og posttest; addisjonskombinasjoner</i>	59
4.1.2	<i>Sammenhengen mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen når det gjelder løsning av addisjonskombinasjoner</i>	60
4.2	PRESENTASJON AV RESULTATER; PROBLEMLØSNING	61
4.2.1	<i>Pretest og posttest; problemløsning</i>	61
4.2.2	<i>Sammenhengen mellom pretest og posttest når det gjelder problemløsning</i>	64
4.3	PRESENTASJON AV RESULTATER; SAMLET PRETEST OG POSTTEST	65
4.3.1	<i>Gjennomsnittsforskjeller i forsøksgruppen og kontrollgruppen</i>	65
4.3.2	<i>Sammenhengen mellom gruppene gjennomsnitt i den samlede pre - og posttest</i>	67
4.4	PRESENTASJON AV RESULTATER; GUTTER OG JENTER	68
4.4.1	<i>Hvordan fordeler gutter og jenter seg i undersøkelsen?</i>	68
4.5	PRESENTASJON AV RESULTATER; ALLE GRUPPENE PÅ 2.TRINN.....	70
4.5.1	<i>Gjennomsnitt for gruppene. Addisjonskombinasjoner og problemløsning</i>	70
4.5.2	<i>Gjennomsnitt for gruppene ved pretest og posttest</i>	72
5.	DRØFTING OG KONKLUSJON	75
5.1	OPPSUMMERING AV DE ANALYSERTE RESULTATENE.....	75
5.1.1	<i>Mulige årsaker til forskjellene</i>	78
5.1.2	<i>Konklusjon</i>	80
6.	HVA BETYR RESULTATENE?	83
6.1	OPPLEVELSEN AV TRENING	83
6.2	PEDAGOGISKE KONSEKVENSER	84
6.2.1	<i>Spesialpedagogiske konsekvenser</i>	85
6.3	VIDERE ARBEID MED PROSJEKTET	86
	KILDELISTE	87
7.	VEDLEGG.....	92

Oversikt over tabeller

	-----side
Tabell 1: Testreliabilitet med Cronbach`s Alpha.	50
Tabell 2: Addisjonskombinasjoner. Pretest- og posttest.	62
Tabell 3: Signifikanstesting. Addisjonskombinasjoner.	63
Tabell 4: Problemløsning. Pre- og posttest.	64
Tabell 5: Signifikanstesting. Problemløsning.	66
Tabell 6: Resultater forsøks- og kontrollgruppe. Samlet test.	68
Tabell 7: Signifikanstesting. Samlet test.	69
Tabell 8: Forsøksgruppens resultater i procentiler.	70
Tabell 9: Resultater for jenter og gutter.	71
Tabell 10: Oversikt over gjennomsnittlig poeng for alle gruppene.	71
Tabell 11: Resultater for alle gruppene.	
Addisjonskombinasjoner og problemløsning.	72
Tabell 12: Resultater for alle gruppene. Samlet pre- og posttest.	74
Tabell 13: Sammenhenger mellom alle gruppene.	76

Oversikt over figurer

	-----side
Figur 1: Baddeleys modell av arbeidsminne	21
Figur 2: Framstilling av kvasi-eksperimentelt design	37
Figur 3: Hefter med addisjonskombinasjoner	42
Figur 4: Løwing & Kilborns ”190 addisjonskombinasjoner”	44
Figur 5: Løwing & Kilborns ”Lille og store addisjonstabell	45
Figur 6: Resultater av problemstrukturene	
”Change, combine, compare”	65
Figur 7: Resultater fra samlet test; forsøksgruppe og kontrollgruppe	68
Figur 8: Resultater fra deltestene;	
problemløsning og addisjonskombinasjoner. Alle grupper.	74
Figur 9: Resultater hele testen; alle grupper	75
Figur 10: Resultater deltester; forsøksgruppe og kontrollgruppe	79

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for valg av tema

I mitt arbeid som lærer på en barneskole diskuterer vi ofte verdien av å automatisere matematisk kunnskap. Spørsmålene dreier seg om hvilken faglig verdi automatisering av lærestoff har i forhold til tidsbruken. Det kan virke som om det ikke er en generell motstand mot å bruke tid på å automatisere lærestoff, men heller en usikkerhet om når og på hvilke områder automatisering i matematikk skal foregå. Kunnskapsløftet (2006) legger vekt på at elevene skal få veksle mellom problemløsende aktiviteter og ferdighetstrening i arbeidet sitt.

”Elevene må ha en grunnleggende begrepsforståelse av det matematiske lærestoffet før vi kan ha automatiseringstrening,” er en påstand mange av oss lærere kommer med. Få av oss er vel uenige i påstanden. Å beherske grunnleggende begreper i matematikk er nødvendig for å kunne mestre problemløsningsoppgaver. Tulving (1883) mener at de automatiserte ferdighetene lagres i langtidsminnet vårt; i ferdighetsminnet. Lunde (1994) sier at det er rimelig grunn til å anta at automatisering av de grunnleggende tekniske ferdighetene i matematikk vil bedre muligheten hos eleven i analysen av matematisk problemer. Han støtter seg til Hasselbring et.al.(1988 i Lunde 1994) som sier at elevene ofte har lært en tungvint prosedyre som gir korrekt resultat, men ikke videreutviklet mer effektive prosedyrer eller lært tallkombinasjoner utenat. Ostad (2001, 2006) bruker begrepene ”tunge og lette forestillinger” om elevenes tenkemåte når de løser matematikkoppgaver. Har elevene ”tunge forestillinger”, er kunnskapen lagret på en lite hensiktsmessig måte og elevene løser oppgavene på en tungvint måte (se kap.1.5).

Elevene befinner seg på ulike nivå i matematikkforståelsen og vi må tilpasse undervisningen til den enkeltes nivå. Dette gjelder ikke minst for elever med

matematikkvansker. Automatisering av addisjonskombinasjoner skjer ulikt hos elevene, noen vil kanskje ikke greie å oppnå automatisering av de kunnskapene vi ønsker. Er det da riktig å drive med trening av addisjonskombinasjoner med tanke på styrket automatisering i addisjon? Matematikktimene skal romme mange aktiviteter. Hvor mye tid skal vi bruke på automatisering? Det kan se ut til at vi er i et dilemma. Tidsbruk settes opp mot den faglige verdien. Vi bruker svært mye ressurser på å automatisere multiplikasjonstabellen. Det kan virke som om en av de første intensive treningsøktene med tanke på å få automatisert lærestoffet kommer ved innlæringen av multiplikasjonstabellene. Både elever, foreldre og lærere ser nytteverdien av å lære tabellene utenat. Samtidig undrer vi oss over hvorfor det står så dårlig til med enkel hoderegning i addisjon hos elevene, dette til tross for at vi trener på addisjonskombinasjoner i matematikktimene. Jeg undrer meg på om vi bruker for lite tid på automatiseringen av addisjonskombinasjoner i skolen? Kan trening på addisjonskombinasjoner også være et ledd i forebyggelsen av matematikkvansker?

Dette opptar meg som lærer og er en hovedbegrunnelse for å gjøre undersøkelser i feltet. Jeg ønsker å se på om hyppig trening på addisjonskombinasjoner kan styrke elevenes automatisering i addisjon. Jeg vil også se på om automatiseringstrening gir utslag på anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver.

1.2 Problemstilling

Jeg ønsker å studere sammenhengen mellom hyppig trening av addisjonskombinasjoner og styrking av elevenes automatisering i addisjon. Jeg vil også finne ut om treningen gir utslag på anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver.

Problemstillingen er som følgende:

”Kan hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrke elevenes automatisering i addisjon?”

Forskningsspørsmålene mine er:

1. Er det en sammenheng mellom gruppenes resultater i pretest og posttest når det gjelder løsning av addisjonskombinasjonene?
2. Er det en sammenheng mellom gruppenes resultater i pretest og posttest når det gjelder besvarelse av problemløsningsoppgavene?
3. Er det en sammenheng mellom gruppenes resultater i en samlet pretest og posttest?

Underspørsmålene er som følgende:

- Hvor stor er forskjellen, hvis det finnes en forskjell, mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen? Er denne signifikant?
- Hvem har størst forskjell fra pretest til posttest i forsøksgruppen, - elevgrupper som skårer lavt i pretesten eller elevgrupper som skårer høyt i pretesten?
- Er det noen forskjell på gutter og jenter i undersøkelsen?

1.2.1 Hypotese

Før pretest og posttest hadde jeg en forutinntatt *hypotese* om at det *er* en signifikant forskjell mellom forsøksgruppen, som har fått 6 ukers trening på addisjonskombinasjoner, og kontrollgruppen, som har hatt ordinær undervisning uten ekstra trening. Jeg antar at elever som trener på addisjonskombinasjoner, etter hvert vil kunne løse disse hurtigere, fordi mange av kombinasjonene vil kunne bli automatisert på grunn av treningen, - de blir automatiske prosesser. Jeg begrunner hypotesen i at forskning viser at repeti-

sjon av det grunnleggende matematiske lærestoffet hjelper elevene i forståelse av denne kunnskapen. Dette begrunnes i Ellis et al. (1993) som sier at automatisering av kunnskaper og ferdigheter er en sentral faktor i læringsprosessen fordi kunnskaper som utføres automatisk frigir ressurser for andre oppgaver. Johnsen (2006) som påpeker viktigheten av automatisering av matematiske funksjoner; automatiserte prosedyrer bidrar til forekling av regneoperasjonene, slik at disse blir mindre komplekse. Hypotesen om at det *er* en signifikant forskjell mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen, gjelder også antall riktige svar i problemløsningsoppgavene (anvendelse av matematisk kunnskap) Addisjonskombinasjoner som er automatiserte tror jeg lettere kan hentes fram til bruk i problemløsningsoppgaver. Baddeley (1986) mener at når aritmetiske basisenheter er hensiktsmessig automatiserte, vil elevene bli i stand til å nytte privat tale ¹som framhentingsredskap. Jeg begrunner også min hypotese med grunnlag i Geary (1994), som mener at frigjøringen av arbeidsminneressurser gjør at prosesseringen av andre framtreddende problem blir lettere og mindre berammes av feil. Han sier imidlertid videre (2003) at et kjennetegn på elever med matematikkvansker, er at trening med tanke på automatisering ikke har den samme nytteeffekten som hos elever uten matematikkvansker. Jeg tør ikke tro at undersøkelsen vil resultere i funn som viser tydelige forskjeller mellom forsøksgruppe og kontrollgruppe. Ved signifikanstesting trenger jeg en *nullhypotese*:

”Etter 6 ukers hyppig trening på addisjonskombinasjoner viser pre- og posttest ingen signifikant forskjell på forsøksgruppen og kontrollgruppen.”

Å undersøke sammenhengen mellom hyppig trening av addisjonskombinasjoner og styrking av elevenes automatisering i addisjon, kan være interessant i forhold til å legge inn faste treningsøkter i undervisningstiden.

¹ Privat tale: Tale som ikke er klart adressert til en eller flere tilhørere. Privat tale er en delprosess i arbeidsminnet. Materialet memoreres gjennom en øvingsprosess som kalles *subvocal rehearsal*. Materialet blir repetert artikulert gjennom en indre stemme. Se for øvrig kap.2.2.2.

Med utgangspunkt i mange læreres ønske om mer tid til automatisering av ferdigheter, vil det også være interessant å se om 2 korte treningsøkter pr. dag vil være tilstrekkelig for å se en forskjell på elvenes løsningshastighet. Om automatiseringstreningen gir utslag på anvendelsen av addisjon i problemløsningsoppgaver, vi jeg sannsynligvis også kunne si noe om. Til tross for ønsket om å finne noe interessant, er det ingen prediksjon på resultatet.

1.3 Definisjoner på *automatisering*

Geary (1994:125) mener at automatisering refererer til en automatisk utførelse av en prosedyre uten å måtte tenke på prosedyrens styrende regler. En av fordelene med automatisering er reduksjonen av arbeidsminnekravene som forbindes med bruk av prosedyren. Frigjøringen av arbeidsminneressurser gjør at prosesseringen av andre framtreddende problem blir lettere og mindre berammes av feil. Cooper & Sveller (1987 i Geary 1994) fant ut at styring av automatisering kommer gradvis til syne, og bare ved utstrakt bruk av prosedyren. Med en gang prosedyrer er lagret og automatisert for ett sett av problemer, er de klare for å løse andre typer algebraproblemer. De sier videre at automatisering kun oppstår ved utstrakt bruk av trening. Ellis et al. (1993) bruker definisjonen; prosessering av informasjon som skjer uten involvering av ressurser eller krav om kapasitet fra arbeidsminnet.

En automatisk prosess kan sees på som en oppnådd ferdighet på et lavere eller et høyere nivå (Ellis et al., 1993). Dette samsvarer med Nyborgs syn (1993), som mener at automatisering av ferdigheter kan sies å være oppnådd selv om ikke det perfekte nivå er oppnådd. Automatisering av for eksempel regnetabeller er oppnådd når de er lett å aktivisere (Holm, 2002). Jeg støtter meg til disse synspunktene og mener dette er sammenfallende med Ostads (1999) retrieval-strategier.

1.4 Strategibegrepet og automatisering

Ostad (1999) bruker begrepene retrieval-strategier og backup-strategier som klassifiseringsmåter for de oppgavespesifikke strategiene. De fleste forskere ser på retrieval-strategiene som automatiserte strategier; strategier som befinner seg på det høyeste nivå. Retrieval-strategier betegnes som en ”hente-frem-strategi”; oppgaveløsningen kjennetegnes da ved at eleven henter frem kunnskapsenheter som er lagret i langtidsmminnet. Dette er strategier som brukes av elever med ”lette forestillinger” under oppgaveløsningen. Alle andre strategier er backup-strategier². Carpenter & Moser (1983) bruker begrepet mentale strategier om automatisert kunnskap som er basert på retrieval eller direkte framhenting av kunnskapsenheter. Mentale strategier betegner de som det øverste av tre internaliseringsnivåer. Ostad (1999) omtaler et strengere syn på automatisering; Friedman (1987 i Ostad 1999) som mener at automatiserte kunnskapsenheter (”vet svaret”) ikke kan sees på som en strategi. Strategier er aktiviteter som benyttes for å nå målet.

1.5 Tidligere forskning på området.

Hatano (1997) henviser til en studie som er gjort på 3.trinnselever som har blitt undervist matematikk ved bruk av Abacus³ gjennom ett skoleår. Studien viste seg at de var blitt raskere til å løse enkel addisjon. Løsningshastigheten hadde økt med nesten det dobbelte etter 12 måneder. Abacus er et mye brukt hjelpemiddel i Japan og Kina.

Geary gjorde en undersøkelse i 1996 som viste at 100% av 3.trinns elevene på en kinesisk skole brukte retrieval-strategi på testing av grunnleggende

² Backup-strategier: tellestrategier, hvor eleven følger en oppskrift steg-for-steg (Ostad, 2003b)

³ Abacus : En abacus er kuleramme. Et gammelt regnehjelpemiddel; et redskap som består av en plate eller en ramme med staver eller rader som kan skyves frem eller tilbake. Mye brukt i Japan og Kina.

matematiske faktakunnskaper, mens bare 56% av elever ved to lignende skoler i USA brukte retrieval-strategier (Cumming & Elkins, 1999).

Pegg, Graham & Bellert (2005) gjorde en undersøkelse blant en gruppe 11-13 åringer med lav prestasjonsevne i matematikk. Disse viste en signifikant økning i gjenkalling av grunnleggende tallfakta etter 25 ukers trening. Intervensjonsprogrammet hadde som formål å finne ut om elevene ble raskere til å løse oppgavene og brukte mer hensiktsmessige strategier i løsning av oppgavene etter endt treningsperiode. Forskerne ville bl.a. finne ut om økende automatisering av grunnleggende ferdigheter kunne frigjøre arbeidsminneprosessering, og dermed gjøre det mulig for elevene å ta på seg mer avanserte aldersrelevante oppgaver (ibid).

I min undersøkelse ser jeg også på om treningen på addisjonskombinasjoner gir utslag på anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver. Ostad & Sørensen (2007) har gjort undersøkelser av elever med og uten matematikkvansker på 2. til 7.trinn. De undersøkte både barnas bruk av privat tale (inkl. tale uten lyd/silence) og deres strategibruk i problemløsningsoppgaver med addisjon. Den mest slående forskjellen mellom elever med og uten matematikkvansker, så ut til å være relatert til kombinasjonen silence-retrival strategi. Undersøkelsen viste at barn uten matematikkvansker bruker denne kombinasjonen langt oftere enn barn med matematikkvansker, og at forskjellene mellom de to gruppene blir mer markant gjennom skoleløpet (ibid). Holm (2002) referer til sin egen undersøkelse i 1999; om læreres gjennomføring av matematikkopplæring for elever med matematikkvansker. Denne viste at øving på addisjons- og subtraksjonstabeller er lite brukt i grunnskolen, bare 1/3 av elevene på småskoletrinnet fikk trening. Hun mener at det, spesielt på småskoletrinnet, er hensiktsmessig å gi elevene trening i addisjons- og subtraksjonstabeller i tallområdet 0-20. De fleste matematikkoppgaver på småskoletrinnet krever tallkunnskap på dette området. Tallbegreper opp til 20 danner grunnlaget for oppbygging av tallkunnskap videre oppover.

1.6 Oppbygging av oppgaven

Oppgaven er delt inn i 6 hovedkapitler. Etter innledningen kommer teoridelen der jeg har fokus på oppmerksomhet, arbeidsminnet, langtidsmminnet og automatiseringsprosessen hvor automatisering av matematiske kunnskaper er sentralt. Deretter tar jeg opp ferdighetstrening og problemløsning i matematikk, som er to viktige deler av matematisk kompetanse.

Kapittel 3 er en redegjørelse for metoden som er brukt i undersøkelsen. Kapitlet innledes med utdyping av design og utvalg. Jeg redegjør deretter for selve undervisningsforsøket, hvor operasjonaliseringen, undervisningsmateriell og administrering er sentralt. Så følger testutviklingen hvor testkonstruktet blir presentert. Kapitlet avsluttes med vurdering av undersøkelsens validitet og reliabilitet, samt de etiske hensyn.

I kapittel 4 presenterer jeg resultatene fra undersøkelsen og gir en analyse av disse. Resultatene drøftes i kapittel 5. Kapitlet avsluttes med en konklusjon.

Kapittel 6 heter ”Hva betyr resultatene?”. Her diskuterer jeg pedagogiske konsekvenser, mulig følgeforskning og videre arbeid med dette prosjektet.

2. Teori

I undersøkelsen min ønsker jeg å finne ut om hyppig trening på addisjonskombinasjoner kan styrke elevenes automatisering i addisjon. Automatisering av ferdigheter er sentralt i oppgaven min. Før jeg skriver om automatiseringsprosessen i kapittel 2.4, har jeg fokus på oppmerksomhet og om det som skjer i minnet *innen* automatisering av ferdigheter finner sted. Elevenes oppmerksomhet må være rettet mot læreren i treningssituasjonen. Konsentrasjon fra elevene er en forutsetning for en optimal læringssituasjon. Arbeidsminnet har en sentral funksjon med bearbeiding av kunnskapen før den lagres i langtidsmminnet og kan hentes fram som automatisert kunnskap; som et direkte svar på en addisjonskombinasjon. I studiet er det fokus på addisjonskombinasjoner og memorering av disse gjennom hyppig trening. Jeg har en hypotese om at korlesing, som er en av metodene i undersøkelse, kan kobles til begrepet indre tale som et redskap til styrking av automatiseringen. Hypotesen er ikke direkte knyttet til problemstillingen og testes derfor ikke i oppgaven. I kapitlet om den fonologiske sløyfen tar jeg opp indre tale som framhentingsredskap av tidligere innlærte kunnskaper (Ostad, 1999). Den visuelle sløyfen spiller en rolle når elevene har fokus på undervisningsmateriellet som brukes i undersøkelsen. Automatiserte ferdigheter lagres i langtidsmminnet. Kap. 2.5. handler om ferdighetstrening i matematikk.

Undersøkelsen min har også fokus på elevenes anvendelse av addisjonskombinasjonen ved løsning av problemløsningsoppgaver. I denne sammenheng trekker jeg fram språk- og begrepsopplæringen som grunnleggende elementær kunnskap før hyppig trening av addisjonskombinasjoner og som et grunnlag for en god forståelse av problemløsningsoppgaver.

2.1 Oppmerksomhet

I treningssituasjonen er et av stikkordene oppmerksomhet. Det er helt nødvendig at lærer i forsøksgruppen greier å holde elevenes oppmerksomhet

mot heftet med addisjonskombinasjoner. Elevene skal ta inn informasjon via syn og hørsel, samt konsentrere seg på å si addisjonskombinasjonene høyt sammen med resten av klassen (korlesing). Treningen ser jeg på som en del av læringsprosessen, - det kreves oppmerksomhet og konsentrasjon fra elevene i treningsøyeblikket. I kognitiv teori er oppmerksomhet en avgjørende faktor i læringsprosessen. Nyborg (1984a) sier at oppmerksomhet er evnen til å la arbeidshukommelsen⁴ være fokusert på ett tema over tid. Mye tyder på at arbeidsminnet har begrenset kapasitet. Holm (2002) mener at effektiv øvelse innebærer en høy konsentrasjon og at hyppige og korte repetisjoner er mer effektfulle enn lange og sjeldne øvelsessekvenser. Elevene bør få ta i bruk flere sanser når de øver på automatisering, også den auditive og den visuelle sans. Automatisert kunnskap krever liten konsentrasjon og det frigjør oppmerksomhet som kan brukes til å lære ny kunnskap. Tulving (1983) mener at automatiserte ferdigheter krever lite tenkning og oppmerksomhet. Når de er først er innlærte, er de motstandsdyktige er mot glemsel.

2.2 Arbeidsminnet

Fra et sanseregistret går den bearbejdede stimuleringen videre til behandling i den sentrale arbeidsenheten, som ikke er noe permanent kunnskapslager. Arbeidsminnet har derimot kunnskap om hva som skal gjøres med informasjonen. Informasjon som blir behandlet i arbeidsminnet går igjennom en rekke bearbejdingsprosesser. ”Arbeidsminnet rår over mekanismer som henter opp informasjon fra langtidsminnet” Imsen (2006:214) Hun refererer til Atkinson & Shiffrins (1968 i Imsen 2006), som tenker seg hukommelsen delt inn i sanseregister, langtidslager og korttidslager. Arbeidsminnet sammenligner det nye materialet eller de nye inntrykkene med det allerede finnes i langtids-hukommelsen, prosesser som er viktige for begrepsinnlæringen (se kap.2.6.).

⁴ Forfattere bruker ulike uttrykk for arbeidsminne: Arbeidshukommelse, korttidshukommelse, den sentrale arbeidsenheten, korttidsminne og arbeidsminne. Jeg bruker fortrinnsvis arbeidsminne.

Atkinson & Shifferins tenker seg korttidslageret som en sentral arbeidsenhet med ansvar for utøvelse av kognitive prosesser som koding, lagring og gjenkalling. Baddeley (1986) tenker seg arbeidsminnet oppbygget i tre deler; den sentrale styringsenheten som en ”sjef” over to underordnede system (den fonologiske sløyfen og den visuelle sløyfen).

Baddeleys (1986:71) modell av arbeidsminnet (working memory).

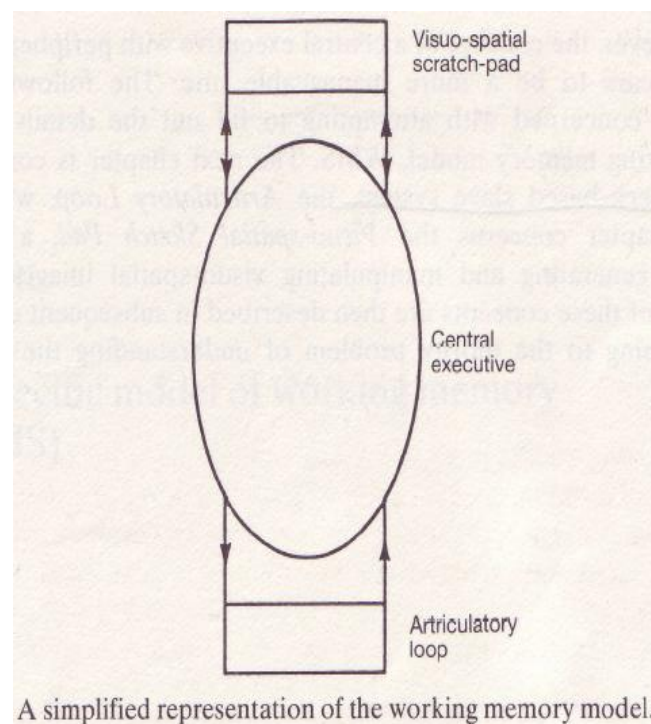


Fig.1

Baddeley tenker seg at den sentrale styringsenheten (the central executive) kontrollerer de kognitive prosesser, som vår strategibruk og vår oppmerksomhet.

Den fonologiske sløyfen (the articulatory loop) bearbeider auditive inntrykk / språkbasert informasjon.

Den visuelle sløyfen (the visuo-spatial scratch-pad) bearbeider visuelle inntrykk/visuell informasjon

Pilene kan sees på som øvingsprosesser for å hindre glemsel.

2.2.1 Den sentrale styringsenheten

Baddeley tenker seg at den sentrale styringsenheten kontrollerer de kognitive prosesser, som vår strategibruk og vår oppmerksomhet. Logie et.al.(1994 i Ostad 2003a) sier at den sentrale styringsenheten gjerne blir tillagt oppgaver med å aktivisere og manipulere informasjon i langtidsminnet, som å ta initiativ til oppgaveløsning og styre arbeidsprosessen i bl.a. addisjon. Den sentrale styringsenheten velger strategier og koordinerer ”slavene”; den fonologiske

sløyfen og den visuelle sløyfen. Begge disse må sees på som korttidslagre. Miller (1969 i Imsen 2007) mente at informasjonen beholdes i kort tid, bare 15-30 sekunder, i den sentrale styringsenheten. Han mente at vi kunne holde på ca. 7 enheter eller ”chunks” om gangen. Der av det berømte tallet 7 ± 2 .

2.2.2 Den fonologiske sløyfen

Baddeley (1986) mener den fonologiske sløyfen (articulatory loop) bearbeider auditive inntrykk eller språkbasert informasjon. Ostad (2003a) refererer også Baddeley (1986) når han skriver om den fonologiske sløyfen. Den er ansvarlig for memorering og lagring av fonologisk materiale over et kortere tidsrom. Materialet memoreres gjennom en øvingsprosess som kalles *subvocal rehearsal*; materialet blir repetert artikulatortisk gjennom en indre stemme. Det presenteres for eksempel auditivt og omkodes til en fonologisk kode, for så å bli korttidslagret i den fonologiske sløyfen (noen sekunder). For å hindre glemsel, repeteres materialet gjennom den artikulatortiske øvingsprosessen (indre stemme). Baddeley (1986) og Ostad (2003a) mener at det å si tallkombinasjoner høyt, kan være med på å styrke den indre stemme, som i neste omgang kan spille en sentral rolle som fremhentingsredskap av tidligere innlærte kunnskaper. Når aritmetiske basisenheter er hensiktsmessig automatisert, vil elevene bli i stand til å nytte privat tale som fremhentingsredskap. Baddeley mener privat tale er tale som ikke er klart adressert til en eller flere tilhørere. Privat tale er en delprosess i arbeidsminnet. Den fonologiske sløyfen ser ut til å være involvert når barnet teller og i tilfeller hvor det gjelder å holde fast informasjon i kompliserte utregninger. Innlæring av ferdigheter krever øvelse, denne øvelsen forgår i den fonologiske sløyfen. Her koples de fonologiske elementer. Magne (1992) mener at disse lydfrekvensene er tilsvarende lik den læringen som foregår under pugging av multiplikasjonstabeller; sekvenser med ord knyttes sammen med ord som koples i rekker. Addisjonskombinasjoner er også sekvensiell kopling, slik jeg ser det. Nyborg (1994 i Holm 2002) presiserer at aktivitetene må øves for å kunne oppnå et brukbart nivå av automasjon, ofte med mange repetisjoner over lang tid.

Vansker med å få tilgang til informasjon fra det fonologiske minnet kan bidra til mangel på framhenting av matematiske faktakunnskaper hos elever med matematikkvansker, for eksempel graden av å kunne hente fram matematiske faktakunnskaper fra langtidsminnet. (Geary ,1993, Ostad & Sørensen, 1997)

2.2.3 Den visuelle sløyfen

Baddeley (1986) mener den visuelle sløyfen (visuo-spatiale sketchpad) bearbeider visuelle inntrykk eller visuell informasjon. Den sentrale styringsenhetens andre ”slave” er den visuelle sløyfen. Dette undersystemet behandler og lagrer visuell og spatial informasjon. Den visuelle sløyfen er et korttidslager for visuell informasjon. van der Sluis, van der Leij & de Jong (2005) sier om den visuelle sløyfen at den noen ganger er underdelt i *en* del som har ansvaret for statisk visuell informasjon, for eksempel informasjon om form og farge. En annen del har ansvaret for lagring av dynamisk visuell informasjon, for eksempel informasjon om bevegelse og retning. Deres studie viser at barn med aritmetiske vansker presterer lavere i oppgaver som involverer den visuelle sløyfen, når de sammenlignes med barn uten disse vanskene Turk-Browne, Jungè & Scholl (2005) mener at målet for visuell prosessering er å få tak i informasjon om de nærmeste omgivelser. Det som gjør dette vanskelig er at det både er for lite og for mye innkommende informasjon. Omgivelsene har store mengder av informasjon. Det antas at man, ved å bruke *læring med visuell støtte*, får trukket ut relevant informasjon automatisk. Dette skjer via det visuelle systemet i hjernen (ibid.).

2.2.4 Hvilken rolle har den fonologiske og den visuelle sløyfe for automatiseringsprosessen?

Pilene i figur 1 kan sees på som øvingsprosesser for å hindre glemsel. Materialet som passerer gjennom den fonologiske – og den visuelle sløyfen repeteres flere ganger for å hindre glemsel (Baddeley, 1986) Informasjon blir lagret i et kortere tidsrom i påvente av lagring i langtidsminnet, hvor den automatiserte kunnskapen er lagret. Fonologisk sløyfe og visuell sløyfe er deler

av arbeidsminnet. Her foregår øvingsprosessene. Tronsky & Royer (2003) sier at arbeidsminneressurser er involvert under trening av aritmetiske kunnskap. Undersøkelser viser at disse ressursene er svært lite i bruk etter treningen og når retrieval er brukt; noen ganger redusert til null bruk av ressurser.

I min undersøkelse skal elevene si kombinasjonene med svar høyt gjennom korlesing, med 2 repetisjoner pr. dag. Med utgangspunkt i Baddeleys (1986) og Ostads (2000, 2003a) forskning mener jeg at den fonologiske sløyfen spiller en viktig rolle i treningen av addisjonskombinasjonene. Den er ansvarlig for memorering og lagring av de aritmetiske basisenhetene som elevene øver på, og ved å si tallkombinasjonene høyt, kan dette være med på å styrke den indre stemmen, som i neste omgang kan spille en viktig rolle som framhentingsredskap av tidligere lært kunnskap (se kap. 2.2.2.). Slik jeg ser det, er det sannsynligvis en forskjell på å si tallkombinasjonene høyt gjennom korlesing, initiert av en lærer versus det å si tallkombinasjonene høyt initiert gjennom eget behov for matematisk kunnskap. Jeg velger allikevel å ta med privat tale som et framhentingsredskap til løsning av problemløsningsoppgavene i undersøkelsen min. Når elevene arbeider med å løse tekstoppgavene, mener jeg de kan nyttiggjøre seg av den indre stemmen. Jeg gjør ingen undersøkelse på hvor vidt dette skjer, men antar at de addisjonskombinasjoner som er hensiktsmessig automatisert, vil kunne bli hentet fram ved hjelp av den indre stemmen. Selv om undersøkelsen ikke setter spesifikt søkelys på indre tale ved oppgaveløsning, er det sannsynlig at indre tale som framhentingsredskap blir brukt for å hente opp hensiktsmessig lagrede aritmetiske basisenheter. Jeg benytter et visuelt materiale (undervisningsmateriell med addisjonskombinasjonene) i treningen av kombinasjonene. Jeg er usikker på i hvor stor grad den visuelle sløyfen er involvert i treningssituasjonene, men antar at det visuelle bildet av kombinasjonene i tillegg til å høre og si kombinasjonene høyt, har en forsterkende effekt. (Se kap. 2.2.3.; om nytte av visuell støtte, Turk-Browne, Jungè & Scholl, 2005).

2.3 Langtidsminnet

Elevene i mitt forsøk trener på å løse addisjonskombinasjoner. Mange av elevene henter sannsynligvis svarene direkte fra langtidsminnet når de sier disse høyt i klassen; de er allerede automatisert. Tulving (1983) deler langtidsminnet inn i to deler; ferdighetsminne og kognitivt minne. Han mener at de *automatiserte ferdighetene* lagres i ferdighetsminnet. En automatisert ferdighet krever lite tenkning og oppmerksomhet. Det som krever øvelse, er innlæring av ferdighetene (jfr. Baddeleys fonologiske og visuelle sløyfe). Han sier videre at ferdighetene ofte er en blanding av kognitive og motoriske ferdigheter. I det kognitive minnet er kunnskapen mindre systematisk. Den er forskjellig fra ferdighetsminnet ved at den ikke behøves å læres gjennom øvelse, eksempelvis en læringssekvens. Det kognitive minnet kan deles inn i et episodisk minne og et semantisk minne (Imsen, 2005). Informasjonen i arbeidsminnet må kodes før lagring i langtidsminnet. Kommer det først over i langtidsminnet, er den lagret for alltid. Materialet som vi har lagret er ikke alltid tilgjengelig. Noen ganger ”glemmer” vi. Årsakene kan være:

- Øyeblikkelig glemsel, ved begrenset kapasitet i arbeidsminnet
- Manglende koding i langtidsminnet. Informasjon kan forsvinne fra den sentrale arbeidsenheten før den rekker å bli lagret
- Langtidsminnet har så stor kapasitet at det kan være et problem å finne stoffet fram igjen. Vi trenger strategier for å bringe fram stoffet igjen. (Imsen 2005:222)

Det blir viktig at kunnskapene i langtidsminnet er organisert i lett tilgjengelige strukturer. Ostad (2006) har fokus på kjennetegn knyttet til kunnskapslagring i sin forskning. Noen av spørsmålene han stiller omhandler kjennetegn ved hensiktsmessig kunnskapslagring i matematikk og om lagringsformatet og framhentingsredskapene for informasjon er bildebasert eller lydbasert. Er kunnskapen hensiktsmessig lagret, kan elevene hente opp svarene direkte fra et

kunnskapslager. Kunnskapsenheter som kan hentes fram med en direkte opphentingsstrategi (retrieval) er hensiktsmessig lagret. Automatisert kunnskap blir hentet fra langtidsminnet via retrieval-strategier.

2.4 Automatiseringsprosessen

Forskning viser at automatisering er sentralt i læringsprosessen. Ellis & Hunt (1993) sier at automatisering av kunnskaper og ferdigheter er en sentral faktor i læringsprosessen, fordi kunnskaper som utføres automatisk frigir ressurser for andre oppgaver. Flere oppgaver kan dermed utføres samtidig. Hyppig repetisjon av det grunnleggende matematiske lærestoffet hjelper elevene i forståelse av denne kunnskapen. Holm (2002) snakker om forutsetningene for å lykkes i matematikkoppgaveløsningen, - nemlig å ha evnen til å fastholde en regneprosedyre samtidig som man foretar kalkuleringer i hodet. Dersom elevene ikke mestrer enkel hoderegning, vil dette føre til avbrudd i tankerekken under oppgaveløsningen, fordi kalkuleringene må utføres i separate operasjoner. Automatiseringsprosessene er knyttet til arbeidsminnet i hjernen. Geary (1994:113) mener at arbeidsminnet kan defineres som muligheten til å holde viktig informasjon i minne mens man mentalt utfører operasjoner i denne informasjonen. Arbeidsminnets kapasitet utvides gradvis gjennom grunnskoleårene og fram til voksen alder. Når informasjonsmengden i problemløsningsoppgavene og antallet av aritmetiske operasjoner øker, øker også barnets problemløsningsfeil. Geary & Widaman (1992 i Geary 1994) har funnet ut; Jo større arbeidsminnekapasitet, jo bedre utføring av problemløsningsoppgaver. Tronsky & Royer (2003) viser til at nesten alle studier som har undersøkt forbindelsen mellom grunnleggende aritmetisk basiskunnskap og høyt problemløsningsnivå i matematikk har signifikante resultater. Askew & William (1995) sier at memorering av tallforbindelser og tabeller støtter elevenes mentale aritmetiske utvikling. Når denne er internalisert, frigjør den arbeidsminnet til å kunne konsentrere seg om addisjon på et høyere utviklingsnivå. De stresser viktigheten av ”å lære utenat”, noe som

de mener øker elevenes matematiske progresjon. Å lære utenat og å si høyt/messe (chanting), resulterer i automatisering. Cowan (2006) trekker fram viktigheten av å lære dobling utenat; $7+8$ synes lettere når man vet at $7+7=14$. Anghileri (2000) mener at det å være i stand til å bruke tallforbindelser er en viktig del av tallsystemforståelse. Hvis elevene har automatisert $2+8=10$ blir det lettere for dem å finne ut at løsningen på tallkombinasjonen $52+8$ blir 60.

2.4.1 Automatisering av matematiske kunnskaper

Det er vanskelig å unngå omtale av strategier og løsningsmåter når jeg skal beskrive automatisering av matematiske kunnskaper. ”Det stilles oftere spørsmål om hvordan matematikkunnskapenes struktur gir seg til kjenne i arbeidsprosessen. Opplæringen retter seg mot innlæringsmåter, løsningsmåter og opplæring i løsningsmåter og innlæringsmåter” (Ostad, 1999:7) Ostad har viet mye tid til forskning av elevenes strategibruk. Han mener retrieval-strategiene kjennetegnes ved at elevene henter fram kunnskapen som en direkte meningsbærende enhet, for eksempel $5+3=_$ kan hentes fram som $5+3=8$. Disse strategiene er automatisert kunnskap. Back-up strategiene, som kjennetegnes som tellestrategier, er *ikke* automatisert kunnskap (se kap. 1.5.). Det kan se ut som om det er en lang vei fram til automatisering av matematiske ferdigheter. Når et barn har innøvd en ferdighet, legges den på langtidsminnet. Ostad (1999) påpeker at først når den grunnleggende forståelsen er på plass, er det hensiktsmessig med automatiseringstrening. Forskning viser at elevene normalt utvikler en strategirikdom gjennom skoleløpet Ostad (1999) De tidligste årene er preget av back-up-strategier; senere lærer elevene å kjenne igjen flere og flere addisjonskombinasjoner. Bråten (1992 i Ostad 1999) mener at strategier er målrettede aktiviteter som opprinnelig anvendes ganske bevisst, men som sannsynligvis gjennomgår automatisering som et resultat av utvikling og øvelse. LaBerge & Samuels (1974 i Reed 1999) har en teori om at elever ikke ville lære å lese hvis de ikke automatiserte noen av språkets komponenter. Årsaken er at vi har en begrenset mengde kognitiv kapasitet for å utføre oppgaver, og denne kapasiteten vil raskt bli brukt opp hvis hver komponent

krever grunnleggende mental innsats. Hvis en enkeltoppgave krever intensiv konsentrasjon, vil det ikke være kognitiv kapasitet igjen for tilleggsoppgaver. De skiller på oppgaver som krever så mye kapasitet at det vanskeliggjør tilleggsoppgaver og oppgaver som krever liten kapasitet. Oppgaver som krever liten kapasitet, sies å være automatiserte. Effektiv øvelse er nødvendig for å oppnå en automatisert ferdighet. Løwing & Kilborn (2003), som er opptatt av at elevene bør automatisere den lille og den store addisjonstabellen, sammenligner det å løse et matematisk problem eller arbeide med hoderegning med å lære seg å snakke et nytt språk. Før man har automatisert et visst antall viktige fraser, har man vanskelig for å uttrykke seg, selv om man kjenner både ordene og grammatikken. For eksempel forutsetter å addere $497+324$, at man har øvd inn "fraser" som $7+3$. Hvis man behersker de grunnleggende addisjonskombinasjonene, vil man ha gode forutsener til "flyt" i addisjonsregning. Se for øvrig addisjonstabellen kap. 2.5.1.

2.5 Ferdighetstrening

For å kunne løse problemer er det nødvendig med fakta og ferdigheter. Kunnskapsløftet (2006) fremhever at elevene skal bruke både hoderegning og ferdigheter i tabellkunnskap for å løse matematiske problemer. Holm (2002) trekker fram at det spesielt på småskoletrinnet er hensiktsmessig å gi elevene mye trening i addisjons- og subtraksjonstabeller i tallområdet fra 1-20. Løwing & Kilborn (2003) sier at det er et stort problem for elevene hvis skolen ikke satser på ferdighetstrening. Trening av de grunnleggende aritmetiske ferdighetene gjør at elevene får bedre "flyt" i regneoperasjonen.

2.5.1 Ferdighetstrening og øvelse av addisjonskombinasjoner

Logan (1985) mener at en viktig likhet mellom automatisering og ferdighet er at begge kan oppnås gradvis gjennom ved øvelse og trening. Jeg har tidligere sett på arbeidsminnets begrensede kapasitet. Av denne grunn er det viktig at de enkle talloperasjonene, det vil si addisjons-, subtraksjons- og multiplikasjons-

tabellene, automatisere. Eleven slipper dermed å overbelaste minnet, og sjansen for rett svar blir større (Kilborn, 1979 i Holm 2002). Imsen (2006) påpeker at pugging og automatiseringstrening kun må gjelde tabellene. Disse metodene må ikke betraktes som noe alternativ til den mer grunnleggende forståelsen av tallbegreper og regneoperasjoner som må bygges opp parallelt. Holm (2002) mener at automatisering av ferdigheter i matematikk fører til en mer sikker kunnskap i faget og gir økt kapasitet for læring. Lunde (2003) mener at ferdigheter i matematikk krever bl.a. evne til å dekode, huske eller gjenkalle symboler i en spesiell rekkefølge. Sekvensoppfatning og sammenligningsevne er derfor sentralt. Slik jeg ser det, får elevene i min undersøkelse trening i sekvensoppfatning gjennom å lese og svare på addisjonskombinasjonene.

Addisjon; en aritmetisk basisenhet

Ostad (1999) snakker om addisjon som en av de aritmetiske basisenhetene (de fire regningsartene) som det er viktig å ha funksjonelle kunnskaper i. Enhetene utgjør sentrale delkomponenter i de mer sammensatte matematikkoppgavene som elevene vil møte. Det er dokumentert at god automatisering henger sammen med hvor ofte eleven møter et ord eller en aritmetisk basisenhet. Høyfrekvente ord prosesseres lettere. Ashcraft (1992 i Ostad 1999) sier at dette kan sammenlignes med aritmetiske basisenheter som eleven møter ofte, for eksempel $2+3=5$. Her utvikles retrieval-strategier tidligere enn når det gjelder enheter som $7+5=12$.

I min undersøkelse skal forsøksgruppen trene på tallkombinasjoner som omfatter det kommutative prinsipp⁵ hvor addendenes rekkefølge er likegyldig; eksempelvis $2+3=5$ og $3+2=5$. Geary (1994) sier at det kan se ut til at mange barn ikke behøver å bli lært det kommutative prinsipp i addisjon, de oppdager det gjennom å legge merke til hva svaret blir i enkel addisjon. Løwing &

⁵ Kommutativt prinsipp, også kalt kommutative lov. Addendenes rekkefølge er likegyldige. I undervisningen lærer elevene om ombyttingsregelen: $a+b = b+a$. Kommunitativt prinsipp gjelder for addisjon og multiplikasjon (Breiteig & Venheim, 2001)

Kilborn (2003) mener at addisjonskombinasjonene har to viktige funksjoner. I de første skoleårene er det disse oppgavene som bygger stammen i både muntlig og skriftlig addisjon. Når elevene arbeider med disse oppgavene, er det viktig at arbeidet hele tiden knyttes til regneregler som forklarer operasjonene som utføres. I denne tiden er addisjonskombinasjonene *objektet* for hoderegningen. Etter hvert som elevene behersker addisjonskombinasjonene, går de over fra å være *objektet* for undervisningen til å *utgjøre forkunnskaper* både til den skriftlige regningen og til hoderegningen. På dette tidspunktet bør addisjonskombinasjonene være automatiserte (ibid.).

2.6 Problemløsning i matematikk

I min studie undersøker jeg både elevenes addisjonshurtighet og anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver. Hughes (1986) mener at å ha en god begrepsforståelse ser ut til å være avgjørende for å kunne løse problemløsningsoppgaver. Barn må lære å oversette sin konkrete forståelse av tall til skrevne aritmetiske symboler. Nyborg (1985) mener at begrepsinnlæringen må ligge i grunnen. For å mestre matematikk, er det nødvendig å arbeide med begrepsdannelsen, med elevenes erfaringer og med språk. Uten språkferdighet hemmes begrepsdannelsen. Det er nyttig å lære addisjonskombinasjonene til et automatisert nivå, men denne typen ferdighetslæring er høyst utilstrekkelig hvis ikke kombinasjonene er lært med en begrepsmessig forståelse som kan tjene til å løse regneproblemer. Liebeck (1984 i Lunde 1994) sier at begrepene må bygges opp til et system av begreper ved at det stadig foretas nye abstraksjoner. Arbeidsminnet sammenligner det nye materialet eller de nye inntrykkene med det som allerede finnes i langtidshukommelsen, prosesser som er viktige for begrepsinnlæringen. Holm (2002) sier at når elevene konsentrerer seg om å forstå innholdet i problemet som skal løses må de analysere seg fram til den rette løsningsmåten, utføre beregninger underveis og foreta utregninger. Vansker med enkeltutregninger krever ekstra oppmerksomhet og er med på å avbryte konsentrasjonen om selve

oppgaveløsningen. Hun sier videre at i problemløsningsoppgaver må elevene overføre språklig og tallmessig kunnskap til matematiske forestillinger og abstrakte regneprosedyrer. Elevene har særlig problemer med generaliseringsprosessen; en del av læringsprosessen som stiller størst krav til abstrakt tenkning. Anghileri (2000) mener problemet handler om vansker med å skille mellom det formaliserte språket og språket som brukes utenfor skolen. Ordene "addisjon", "pluss", samt tall - og tegnsymboler brukes sjelden i hverdagsspråket, og det tar tid for mange barn å assosiere disse med deres egen eksisterende kunnskap. Barna må lære å oversette mellom det matematiske språket og den virkelige verden/problemsituasjonen. I undersøkelsen bruker jeg tester hvor elevene må oversette mellom det matematiske språket til den virkelige verden. Carpenter & Mosers forskning (1983) viser at før barna får formell instruksjon i addisjon og subtraksjon, kan mange av dem løse grunnleggende problemløsningsoppgaver med addisjon og subtraksjon. De mener at barnas strategier er sterkt influert av den semantiske strukturen⁶ i problemsituasjonen. Verschaffel, Greer & De Corte (2007) er også opptatt av dette forholdet når de snakker om at barna ved skolestart har underliggende kunnskap om telling og er i stand til å løse enkle matematiske problemer. Jeg utdyper de mest vanlige semantiske strukturene i det følgende underkapitlet, samt i metodekapitlet 3.4.1; om testkonstrukt.

2.6.1 Strukturer i problemløsningsoppgaver

Addisjon og subtraksjon hører innunder de additive strukturer. De består av en fakta/ferdighetsside og en problemløsningsside. For å ha god begrepsforståelse må eleven ha faktakunnskaper om og ferdigheter i behandling av størrelsene som inngår og eleven må kunne bruke begreper i problemløsning. Faktakunnskaper som for eksempel å vite at når man adderer to tall spiller

⁶ Semantikk: studiet av språkets innholdside, betydningen av de språklige tegn (morfemer, ord, setninger osv) Caplex leksikon (2004) Semantisk struktur; se neste kapittel.

rekkefølgen ingen rolle, det gjør det derimot når man subtraherer. Det er avgjørende for eleven å kjenne igjen denne additive strukturen i problemløsningsoppgaver hvor disse regningsartene inngår (Alseth, 1998:51). Problemstrukturen i tekstoppgaver er en viktig del av matematikkopplæringen i grunnskolen. Verschaffel & De Corte (1997) setter søkelys på sammenhengen mellom problemstrukturen i oppgavene og den virkelige verden som oppgavene er ment å fremstille. Det kan se ut til at mange elever har vanskeligheter med å knytte sin egen formelle matematiske kunnskap til den virkelige verden. Carpenter & Moser (1983) sier at elever må mestre operasjoner med addisjon og subtraksjon før de kan løse det aller enkleste tekstproblem. De har gjort undersøkelser som viser at før eleven får den formelle instruksjonen på addisjon og subtraksjon, kan mange av elevene løse grunnleggende problemoppgaver i addisjon og subtraksjon. De løser disse uten å bruke regneoperasjoner. Det kan se ut til at mange elever som har lært den formelle regneprosedyren, har problemer med å analysere problemet i teksten. Mange forskere har gjort undersøkelser på dette området, bl.a. Carpenter & Moser (1983), Verschaffel & De Corte (1997), Geary (1994) og Ostad (1999). En fellesnevner i forskningen er *den semantiske strukturen* i språket. Geary (1994) sier at den semantiske strukturen refererer til meningen med påstandene i problemet og deres relasjoner seg i mellom. Når jeg skal beskrive de ulike semantiske strukturene som benyttes i addisjon og subtraksjon, tar jeg utgangspunkt i modeller av Riley, Greeno & Heller (1983 i Geary, 1994) og Carpenter & Moser (1983). Riley et al. (1983) klassifiserte strukturene i 3 ulike grupper; change, combine og compare. Carpenter & Moser har i tillegg gruppen "equalize".

Undersøkelsen min tar utgangspunkt i modellene til Riley et al. (1983) og Verschaffel & De Corte (1997); modeller som er blitt brukt i en lang forskningstradisjon.

- Change – viser til *endring*. Man har en mengde av noe. Det legges noe til, eller noe forsvinner slik at man får et nytt antall. Eksempel, hentet fra

problemløsningstesten min: *Sofie har 9 steiner. Hun får 8 til av Therese. Hvor mange har hun til sammen?*

- Combine – viser til *kombinere*. Man har to mengder av noe eller en mengde om deles i to. Eksempel fra problemløsningstesten min, som viser en mengde som er delt i to: *Amalie har 7 lilla perler og 4 gule perler. Hvor mange perler har hun til sammen?*
- Compare – viser til *sammenligne*. Man har to mengder som skal sammenlignes. Man skal finne differansen mellom dem. I oppgaver som dette handler det om å kjenne til begrepene flere eller færre. Eksempel fra problemløsningstesten min: *Oppegård har 7 mål. Det er 4 mål færre enn Kolbotn. Hvor mange mål har Kolbotn?*

Jeg har støttet meg til Alseth (1998), Anghileri (2000) og Ostad (1999) i forklaringene av problemstrukturene, som alle sorterer under de additive strukturer. Det er viktig at elevene får erfaringer med de ulike strukturene. Alseth (1998) sier at dette gjøres ved en bevisst variasjon i strukturen i oppgavene som elevene arbeider med. Kategoriene vil gi opphav til flere oppgavetyper, alt etter hva som er kjent eller ukjent i problemstillingen. Det er nødvendig å kunne kjenne igjen strukturen i problemet for å vite hvilken regneoperasjon som er den mest hensiktsmessige. Alseth og Anghileri rangerer strukturene i forhold til vanskelighetsgrad:

Combine-strukturen (kommer noe til/faller fra, passiv prosedyre) ser ut til å være den enkleste.

Change-strukturen (det skjer en endring, aktiv prosedyre) ser ut til å være noe vanskeligere.

Compare-strukturen (mer kompleks, flere operasjoner involvert) er den vanskeligste.

2.7 Oppsummering

I teorikapitlet har jeg hatt fokus på at automatisert kunnskap krever liten konsentrasjon og at det frigjør oppmerksomhet som kan brukes til å lære ny kunnskap (Tulving, 1983). Arbeidsminnet med den sentrale styringsenheten kontrollerer de kognitive prosesser. Den sentrale styringsenhetens to ”slaver”, den fonologiske og den visuelle sløyfen, spiller en sentral rolle i øvingsprosessene i hjernen. Den fonologiske sløyfen bearbeider de auditive inntrykk, for eksempel når tallkombinasjonene sies høyt eller når det gjelder å holde fast informasjon i kompliserte utregninger (Baddeley, 1986). Den visuelle sløyfen bearbeider visuell informasjon, for eksempel når læring skjer gjennom visuell støtte (Turk-Browne, Jurgè & Scholl, 2005). Innlært kunnskap lagres i langtidsminnet. Er kunnskapen hensiktsmessig lagret, kan elevene hente opp svarene direkte fra kunnskapslagret gjennom retrieval-strategier (Ostad, 2006). Dette er automatisert kunnskap. Automatisering er sentral i læringsprosessen. Ellis & Hunt (1993) mener at automatisering av kunnskaper og ferdigheter er en sentral faktor i læringsprosessen, fordi kunnskaper som utføres automatisk frigir ressurser for andre oppgaver. Effektiv øvelse er nødvendig for å oppnå en automatisert ferdighet. Løwing & Kilborn (2003) er opptatt av at elevene bør automatisere den lille og den store addisjonstabellen. Logan (1985) mener at en viktig likhet mellom automatisering og ferdighet er at begge kan oppnås gradvis gjennom øvelse og trening. Det er nyttig å lære addisjonskombinasjonene til et automatisert nivå, mener Nyborg (1985), men at denne ferdighetslæringen er høyst utilstrekkelig hvis ikke kombinasjonene er lært med en begrepsmessig forståelse som kan tjene til å løse regneproblemene. Avslutningsvis har jeg hatt fokus på ulike problemstrukturer i problemløsningsoppgaver. Her tar jeg utgangspunkt i Carpenter & Moser (1983), Riley, Greeno & Heller (1983) og Verschaffel & De Corte (1997) som klassifiserer strukturene i gruppene ”Change, Combine og Compare”. Problemstrukturene ligger til grunn for uforming av problemløsningstestene i undersøkelsen.

3. Metode

I kapittel 3 beskriver jeg valg av metoder for å finne svar på problemstillingen:

”Kan hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrke elevenes automatisering i addisjon?”

Først kommer en redegjørelse for forskningsdesignet. Utvalget, som besto av en forsøksgruppe og en kontrollgruppe, blir beskrevet i kap.3.1. Deretter følger en beskrivelse av opplegg for undervisningsforsøket; operasjonalisering, treningsperiode, korlesing og presentasjon av undervisningsmateriell, samt hvordan administreringen av testene foregikk. Kap. 3.4. handler om test-utviklingen, hvor testkonstruktet har en sentral plass. Jeg har utviklet deler av testene, og presenterer et sammendrag av piloteringen i kap.3.4.2. Så følger presentasjon og analyse av data. Jeg gjør rede for undersøkelsens validitet og reliabilitet, samt etiske hensyn mot slutten av metodekapittelet.

3.1 Design

Jeg valgte en kvantitativ tilnærming for undersøkelsen min. Forskningsdesignet tilhører *eksperimentelle design*, som bl.a. karakteriseres ved sin sterke kontroll av faktorer som kan påvirke resultatene (Lund, 2002). Ekte eksperimentelle design har et tilfeldig utvalg. Jeg hadde et ikke-tilfeldig utvalg (ikke-randomisert utvalg) i min undersøkelse, designet mitt kalles derfor et kvasi-eksperimentelt design. Videre er det et *pretest - posttest design med ikke-ekvivalente grupper*. Designet kalles også kontrollgruppedesign. Med utgangspunkt i Befring (2002) blir framstilling av designet mitt slik:

Forsøksgruppe: IR	O1	X	O2
Kontrollgruppe: IR	O1		O2

Fig. 2: Forklaring : IR = ikke randomisert utvalg. O1 = pretest (førtest). O2 = posttest (ettertest).

X = 6 ukers trening på addisjonskombinasjoner (to korte økter pr. dag)

Fremstillingen av forskningsresultatene hadde et deskriptivt design, hvor jeg benyttet beskrivende statistikk for å presentere dem. Innenfor eksperimentelle design har man også nytte av å se på korrelasjoner mellom variabler for å kunne si noe om årsaker (Lund, 2001). Dette beskrives nærmere i analysedelen.

Hovedmålet med undersøkelsen min var å forsøke å finne ut om det var en sammenheng mellom hyppig trening på addisjonskombinasjoner og styrking av elevenes automatisering i addisjon. Jeg hadde en forsøksgruppe og en kontrollgruppe. Forsøksgruppen fikk et 6 ukers treningsopplegg mellom pre-testing og posttesting av gruppene. Min empiri var data fra to elevgrupper i form av tester og analyser av disse. Jeg gikk inn og manipulerte/påvirket den uavhengige variabelen (treningen på addisjonskombinasjonene) for å kunne undersøke effekten av hyppig trening. Kvasi-eksperimentelle design har svakere kontroll på faktorene som kan påvirke resultatene (Lund, 2001) Jeg mente allikevel at bruk av to kontrollgrupper og tidligere utprøvde tester var med på å gi rimelig god kontroll på undersøkelsen. Rakvaag (1991) definerer et eksperiment som en undersøkelse av en bestemt faktors eller variablers innvirkning på en annen faktor eller variabel. Forsøksgruppe defineres som en gruppe av personer som man presenterer for en oppgave eller situasjonsendring. I det foreliggende undersøkelsen valgte jeg å bruke begrepene *undersøkelse* og *forsøk* i stedet for begrepet kvasi- eksperiment.

3.2 Utvalg

Utvalget har bestått av 3 elevgrupper på 2. trinn fra samme barneskole. Forsøksgruppen besto av 22 elever og kontrollgruppen besto av 45 elever (to elevgrupper). Utvalget betegnes som ikke-tilfeldig (ikke-randomisert), fordi det var utvalgte grupper fra *samme* skole. Skolen lå i en middels stor kommune på Østlandet. Elevmassen hadde en blandet sosio - økonomisk bakgrunn. Jeg ønsket å ha forsøksgruppe og kontrollgruppe fra samme skole for å sikre noenlunde samme nivå på elevene. Jeg er ansatt ved skolen og kjente litt til hvordan matematikkundervisningen foregikk ved skolen. Det ble arbeidet tett

på trinnet og jeg antok derfor at gruppene fikk tilnærmet lik opplæring i matematikk. Jeg valgte 2.trinn fordi de aller fleste av elever, etter jul i 2.trinn, har grunnleggende kunnskaper om addisjon. De kjenner, på det tidspunktet, til mengdebegrepet som ligger bak tallsymbolene. Se Anghileri (2000), Hughes (1986) og Nyborg (1985) i kap.2.6. om viktigheten av begrepslæring.

Rektor og lærerne ved 2.trinn viste en positiv innstilling til prosjektet. De syntes undersøkelsen var interessant og mente den kunne ha en nytteverdi for både trinnet og skolen i sin helhet. Rektor ga tillatelse til undersøkelsen. En av 2.trinnslærerne stilte gruppen sin til disposisjon som forsøksgruppe, mens de andre to gruppene sa seg villig til å være kontrollgruppe. Jeg har klargjort behovet for melding av prosjektet med NSD (Norsk Samfunnsvitenskaplige Datatjeneste) gjennom telefonkontakt. Melding var ikke nødvendig da det ikke skulle oppbevares kodingsnøkkel (navn+kode) etter at testene er ferdig. I løpet av desember informerte jeg foreldrene og innhentet samtykke til deltakelse (vedlegg 1). Foreldrene var udelt positive til undersøkelsen og jeg fikk etter hvert svar fra samtlige foresatte. Da samtykket fra foreldrene var klarert, fikk lærerne på 2. trinn muntlig og skriftlig veiledning (vedlegg 2+3) i bruk av testene. Undersøkelsen kom i gang løpet av uke 2, da pretesting av alle elevene på trinnet ble foretatt.

3.2.1 Forsøksgruppen

Forsøksgruppen besto av 11 jenter og 11 gutter. Gruppen hadde, i følge lærer, mange elever som syntes matematikk var morsomt å arbeide med og som likte utfordringer på feltet. Samtidig var det elever i gruppen som hadde egne planer som for eksempel IOP (individuell opplæringsplan) med spesialundervisning. Disse elevene strevde bl.a. i matematikkfaget. Jeg har valgt å ta ut en av elevene fra undersøkelsen. Eleven, som hadde alle 32 svarkombinasjonene riktig under pretest, besvarte kun deler av den tilsvarende oppgaven i posttesten. Begrunnelsen for dette er at lærer i gruppen mente elevens manglende innsats på posttesten ikke var representativ for elevens vanlige

aktivitet, og at manglende konsentrasjon og fokus skyldtes utenforliggende årsaker.

3.2.2 Kontrollgruppen

Kontrollgruppen besto av 45 elever, 26 jenter og 19 gutter. Gruppen besto av to grupper på 2. trinn. I følge kontaktlærerne var sammensetningen ganske lik forsøksgruppen; mange elever syntes matematikk var spennende og hadde god forståelse i faget, mens andre strevde mer. Også her var det elever med egne planer, bl.a. individuelle opplæringsplaner planer med spesialundervisning.

3.2.3 Intervju med lærer

Jeg hadde samtaler med lærer i forsøksgruppen, både før undersøkelsen og underveis, samt et intervju avslutningsvis. Lærer var sentral i planleggingen av testadministreringen. Jeg refererer til lærerintervjuet i kap.6.2; om opplevelsen av trening.

3.3 Undervisningsforsøk

I undersøkelsen brukte jeg korlesing som en av undervisningsmetodene. Elevene ble aktivisert ved å se, lese og si addisjonskombinasjonene som ble presentert for dem gjennom et spiralhefte; godt synlig i klasserommet. Ostad (1999) mener at språket sannsynligvis kan ha en styrende funksjon på persepsjonen (oppfattelsen) og at matematikkfaget har innebygd i seg en rekke språkkomponenter som er med å danne grunnlaget for matematikkfaget. Elevene på trinnet hadde ikke tidligere øvet addisjonskombinasjoner på denne måten. Det ble tatt pretest av forsøksgruppen og kontrollgruppen før treningen og posttest etter endt treningsperiode.

3.3.1 Operasjonalisering

Det ble tatt to pretester av alle elever på 2. trinn (forsøksgruppe og kontrollgruppe). I testen Addisjonskombinasjoner 1, skulle elevene besvare så

mange som mulig av de 32 kombinasjonene i løpet av 3 ½ minutter. Dagen etter ble testen Problemløsning 1 tatt, hvor elevene skulle besvare så mange som mulig av de 6 problemløsningsoppgavene i løpet av 5 minutter. Den påfølgende dagen var starttidspunkt for treningen på addisjonskombinasjonene. Lærer hadde 2 treningsøkter daglig. Hver av øktene varte i 3-4 minutter. Totalt 7-8 minutter pr dag med addisjonskombinasjonstrening. Læreren holdt opp heftet med addisjonskombinasjoner, mens lærer og elever leste kombinasjonene høyt i kor. Lærer holdt litt igjen før svaret kom slik at hun fikk med flest mulig av elevene. Kontrollgruppen hadde vanlig undervisning, slik den var tenkt før undersøkelsen startet. Etter 6 uker ble treningen avsluttet og det ble gjennomført posttester med forsøksgruppe og kontrollgruppe. Posttestene hadde samme administrering som pretestene.

3.3.2 Treningsperioden

Treningen foregikk over 6 uker; januar og februar. Jeg hadde et ønske om en lengre treningsperiode, men med hensyn til planlagt ferdigstillelse av oppgaven innen 30.mai, valgte jeg 6 uker. En lengre treningsperiode kunne kanskje gitt et en større mulighet for øket automatiseringsstyrke. På den andre side ønsket jeg ikke at forsøksgruppen skulle gå lei av treningsopplegget ved at det varte for lenge.

3.3.3 Korlesing

I teorikapitlets innledning har jeg en hypotese om at korlesing som metode muligens kan kobles til begrepet indre tale som et redskap til styrking av automatiseringen. Det at elevene hadde visuell støtte i heftet med addisjonskombinasjoner, knytter jeg til den visuelle sløyfen. Se kap. 2.2.3.; om bruk av *læring med visuell støtte*, for å få trukket ut relevant informasjon automatisk (Turk-Browne, Jungè & Scholl, 2005) og kap. 3.3.4; om undervisningsmateriell. Den fonologiske sløyfen spiller en rolle når elevene sier kombinasjonene høyt. Baddeley (1986) sier at det som presenteres auditivt, omkodes til en fonologisk kode, for så å bli korttidslagret i den fonologiske

sløyfen. Det verbale uttrykket som korlesing har, er derfor muligens med på å forsterke den indre talen som fremhentingsredskap av tidligere innlærte kunnskaper. Se kap.2.2.2; om den indre talens rolle som framhentingsredskap. Ved å velge korlesing som en av undervisningsmetodene i undersøkelsen, ble elevene aktivisert rundt en felles treningsoppgave ved å se, lese og si addisjonskombinasjonene. Elever er på ulike stadier i den matematiske forståelsen. Når man bruker korlesing som metode i undersøkelsen, vil de fleste ha en mulighet til å være med. Korlesing kjennes trygt ut for de fleste elever. Da skal man ikke prestere alene, men ”løfte i flokk”. De som ikke er så trygge på svarene, får drahjelp av de elevene som behersker ferdighetene. Tryggheten for å mestre, samt støtten fra medelever er sannsynligvis med på å hjelpe elevene til å hente fram kunnskapen. I min undersøkelse kom ikke alle fram til svaret på likt, men de holdt oppmerksomheten mot samme sted og hadde et felles fokus; heftet med addisjonskombinasjonene.

3.3.4 Undervisningsmaterieill

Visuell støtte er et viktig stimuli i matematikkopplæringen. Holm (2002) mener at tabellæring bør etableres som en naturlig del av matematikkopplæringen og at ulike hjelpemidler bør brukes, som for eksempel konkrete gjenstander, spill, *tabellkort*, abakus, datamaskin osv. Jeg utviklet to hefter med addisjonskombinasjoner (fig. 3), som ble brukt i treningsperioden. Heftene var spiralinnbundet og hadde en størrelsen på ca. 10cm x 30cm.

Under utviklingen av materialet, tok jeg utgangspunkt i tallkombinasjonstester som ble brukt i en undersøkelse av Ostad (1999) om strategivalgforskjeller (addisjon) mellom elever med matematikkvansker og elever uten matematikkvansker. Testene besto av konstruerte addisjonsoppgaver med basis i de 64 mulige oppgavene som kan dannes ved hjelp av de parvise kombinasjonene av tallene 2 til 9. Ostad hadde ikke med de doble addisjonskombinasjonene. Disse valgte jeg å ha med i testen. Jeg bygget også utviklingen av testene på arbeid som Løwing & Kilborn (2002, 2003) og

Magne (1976, 1998) har gjort på området, se kap.3.4. om testutvikling. Jeg valgte å legge vekt på Ostad og Løwing & Kilborns arbeid. Tallkombinasjonene ble skrevet på ark som ble bundet sammen til 2 spiralhefter; 32 oppgaver i hvert hefte. Addisjonskombinasjonene fordelte jeg på de 2 heftene slik: Kombinasjonen $4+8=$ i det ene heftet og kombinasjonene $8+4=$ i det andre heftet osv.

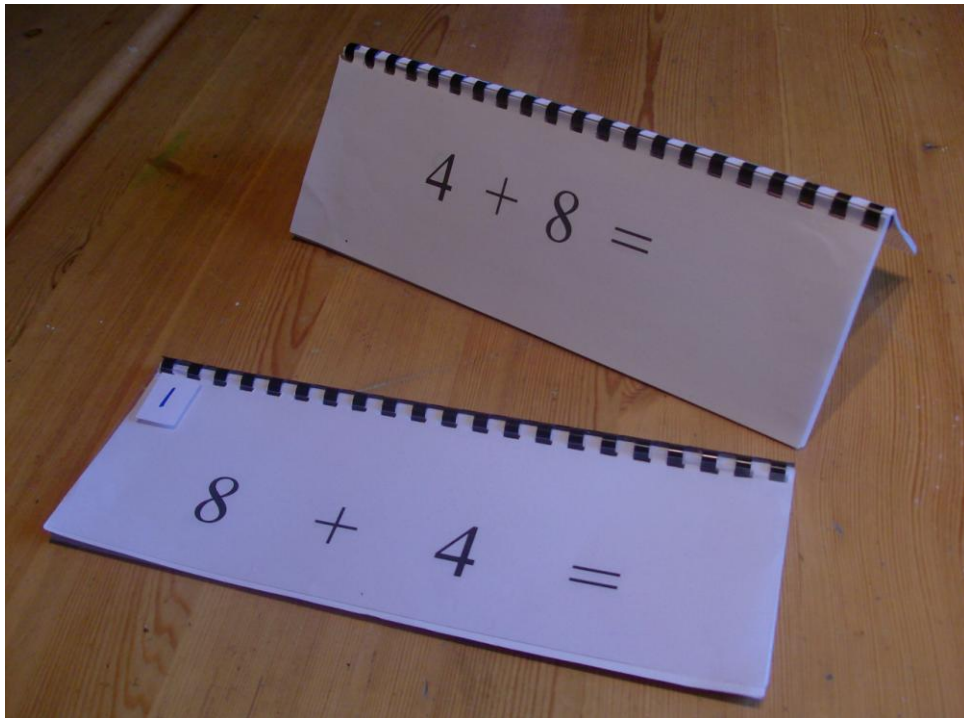


Fig. 3: Materiell for trening av addisjonskombinasjoner. Hvert spiralhefte inneholder 32 enkle addisjonskombinasjoner.

3.3.5 Administrering

Materiellet ble benyttet av lærer i forsøksgruppen. Gruppen hadde trening i 2 korte økter pr. dag i 6 uker. Elevene fikk se kombinasjonene, leste i kor og løste/sa disse høyt. Treningen skjedde i hovedsak utenom de ordinære matematikktimene. I intervju med lærer for forsøksgruppen om gjennomførelsen av treningsopplegget, fortalte hun at hun markerte de to heftene med nr.1 og nr.2 slik at hun visste hvilket hefte hun skulle bruke først og sist på

dagen. Dette sikret at elevene fikk gjennomgang av alle 64 addisjonskombinasjonene i løpet av dagen. De første 3-4 minuttene med trening av addisjonskombinasjoner (hefte 1) gjorde forsøksgruppen umiddelbart etter at de hadde hilst på hverandre om morgenen og dagsplanen var gjennomgått. Den andre treningsøkten (hefte 2) tok hun før de gikk fra hverandre på slutten av dagen. Hun skiftet på å starte dagen med hefte 1 og 2.

3.4 Testutvikling

Jeg har tatt utgangspunkt i Ostads (1999) addisjonstester som ble brukt i studie av elever med og uten matematikkvansker og Løving & Kilborns (2003) opplegg for innlæring av addisjonskombinasjoner da jeg skulle ta stilling til testbruken i undersøkelsen. Løving & Kilborn mener at den som behersker de 190 grunnleggende addisjonskombinasjonene har gode forutsetninger for å få et bra ”flyt” i både regning med algoritme og hoderegning. I løpet av de to første skoleårene er det disse oppgavene som bygger opp stammen i både skiftlig og muntlig addisjon. Fig. 4 viser de 190 kombinasjonene:

1+1	1+2	1+3	1+4	1+5	1+6	1+7	1+8	1+9	1+10	1+11	1+12	1+13	1+14	1+15	1+16	1+17	1+18	1+19
2+1	2+2	2+3	2+4	2+5	2+6	2+7	2+8	2+9	2+10	2+11	2+12	2+13	2+14	2+15	2+16	2+17	2+18	
3+1	3+2	3+3	3+4	3+5	3+6	3+7	3+8	3+9	3+10	3+11	3+12	3+13	3+14	3+15	3+16	3+17		
4+1	4+2	4+3	4+4	4+5	4+6	4+7	4+8	4+9	4+10	4+11	4+12	4+13	4+14	4+15	4+16			
5+1	5+2	5+3	5+4	5+5	5+6	5+7	5+8	5+9	5+10	5+11	5+12	5+13	5+14	5+15				
6+1	6+2	6+3	6+4	6+5	6+6	6+7	6+8	6+9	6+10	6+11	6+12	6+13	6+14					
7+1	7+2	7+3	7+4	7+5	7+6	7+7	7+8	7+9	7+10	7+11	7+12	7+13						
8+1	8+2	8+3	8+4	8+5	8+6	8+7	8+8	8+9	8+10	8+11	8+12							
9+1	9+2	9+3	9+4	9+5	9+6	9+7	9+8	9+9	9+10	9+11								
10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	10+8	10+9	10+10									
11+1	11+2	11+3	11+4	11+5	11+6	11+7	11+8	11+9										
12+1	12+2	12+3	12+4	12+5	12+6	12+7	12+8											
13+1	13+2	13+3	13+4	13+5	13+6	13+7												
14+1	14+2	14+3	14+4	14+5	14+6													
15+1	15+2	15+3	15+4	15+5														
16+1	16+2	16+3	16+4															
17+1	17+2	17+3																
18+1	18+2																	
19+1																		

Fig. 4: 190 grunnleggende addisjonskombinasjoner (Løving & Kilborn) Rosa felt: De 64 kombinasjonene som er benyttet i testene mine. Grønt felt: En – kombinasjoner i den lille addisjonstabellen.

1+1	1+2	1+3	1+4	1+5	1+6	1+7	1+8	1+9																		
2+1	2+2	2+3	2+4	2+5	2+6	2+7	2+8																			
3+1	3+2	3+3	3+4	3+5	3+6	3+7													2+9							
4+1	4+2	4+3	4+4	4+5	4+6														3+8	3+9						
5+1	5+2	5+3	5+4	5+5															4+7	4+8	4+9					
6+1	6+2	6+3	6+4																5+6	5+7	5+8	5+9				
7+1	7+2	7+3																	6+5	6+6	6+7	6+8	6+9			
8+1	8+2																		7+4	7+5	7+6	7+7	7+8	7+9		
9+1																			8+3	8+4	8+5	8+6	8+7	8+8	8+9	
																			9+2	9+3	9+4	9+5	9+6	9+7	9+8	9+9

Store addisjonstabell

Addisjonskombinasjoner 1 (pretest) og Addisjonskombinasjoner 2 (posttest) har kombinasjoner fra den lille tabellen, som regnes for den enkleste av de to, samt fra den store tabellen, som regnes for å være litt vanskeligere kombinasjoner iflg. Løwing & Kilborn.

43

oppdager det gjennom å legge merke til hva svaret blir i enkel addisjon, for eksempel $2+3=5$ og $3+2=5$. Med utgangspunkt i Gearys (1994) utsagn om at barn *naturlig* oppfatter forskjellen på de to kombinasjonene, mener jeg å ha belegg for hvorfor jeg har gjort denne fordelingen på pre- og posttest. Det kan synes som om det er like lett å oppfatte $2+3=5$ som $3+2=5$. I tillegg er denne fordelingen brukt i Ostads (1999) tester; tester som er forskningsbaserte. Elevene i testgruppen fikk daglig øvelse på begge kombinasjoner.

3.4.1 Testkonstrukt

Addisjonskombinasjoner

Pretest 1, Addisjonskombinasjoner 1(vedlegg 4), tok utgangspunkt i testen som Ostad (1999) bruker i studiet av strategibruk hos elever med og uten matematikkvansker. Addisjonskombinasjonene i testen min hadde kombinasjoner som er sammenfallende med kombinasjonene som finnes i Løwing & Kilborns (2003) lille- og store addisjonskombinasjoner, se forrige kapittel. Testen hadde totalt 32 kombinasjoner. Elevene fikk 1 poeng for riktig løsning på oppgaven og 0 poeng for galt svar eller ikke svart. ”Ikke svart” ble markert med egen kode i databasen. Maksimumstid på addisjonstesten var 3 ½ minutter. Testen hadde som mål å finne ut om antall riktig løste addisjonskombinasjoner i løpet av 3 ½ minutter økte ved posttest. En eventuell økning må kunne sees på som et tegn på at kombinasjonene er i ferd med å bli automatisert jmf. begrepsvaliditet i Lund (2002). Derfor er dette også en test av hurtighet. For å gjøre tak-effekten minst mulig, ble maksimumstid satt (se kap. 3.4.2 om pilotering)

Posttest 1, Addisjonskombinasjoner 2 (vedlegg 5), ble bygget etter samme lest som pretest 1. Her valgte jeg de motsatte kombinasjonene fra pretest 1.

Problemløsning

Pretest 2, Problemløsning 1(vedlegg 6), består av 6 oppgaver som er laget med grunnlag i problemstrukturene Change (endring), Combine (kombinere) og Compare (sammenligne) Se kap.2.6.1; strukturer i problemløsningsoppgaver.

Oppgavene har ulik vanskelighetsgrad, hvor combine-strukturen anses for å være enklest, change-strukturen middels vanskelig og compare-strukturen vanskeligst. Pretesten hadde 6 oppgaver, to av hver problemstruktur. Elevene kunne gi svar enten ved å tegne, lage tellestreker eller bruke tallsymbolene. Rekkefølgen på oppgavene kom i denne ordenen: Change, combine, compare, change, combine, compare. Altså; middels, lett, vanskelig, middels, lett, vanskelig. Jeg ønsket å blande oppgavene slik at ikke begge de vanskelige kom til slutt. Dette mente jeg kunne bidra til at alle elevene skulle kunne svare på alt. Lærer leste fortløpende gjennom tekstoppgavene før elevene fikk starte på løsningen av disse, - dette for å sikre at flest mulig ble kjent med teksten. Mange elever på 2. trinn er usikre lesere. En gjennomlesning mente jeg kunne hjelpe elevene til best mulig tekstforståelsen. Jeg testet ikke leseforståelsen, men mener at begrensninger i forståelse p.g.a. ung alder ikke må ligge til grunn for lav matematikkforståelse. Elevene fikk 1 poeng for riktig løsning på oppgaven og 0 poeng for galt svar eller ikke svart. "Ikke svart" ble markert med egen kode i databasen. Maksimumstid på problemløsningstesten er 5 minutter. Problemløsningstesten hadde som mål å se om automatiseringstreningen gjorde utslag på elevenes anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver.

Posttest 2, Problemløsning 2 (vedlegg 7), ble bygget etter samme lest som pretest 2. Tallkombinasjonene, navn på personer og hendelser ble endret.

3.4.2 Testutvikling

Pilotering

Jeg ønsket å utvikle problemløsningsoppgaver som hadde problemstrukturene change (endring), combine (kombinere) og compare (sammenligne). Strukturene omtales i kap. 2.6.1.; strukturer i problemløsningsoppgaver. Jeg ønsket også å ha en "lokal utforming" på tekstoppgavene. Med "lokal" mener jeg at jeg bruker hendelser og stedsnavn som elevene kanskje vil kjenne seg igjen i. Jeg hadde en ide om at nærhet til teksten ville gjøre at elevene oppfattet

oppgavene som mer interessante og at oppgavene dermed kunne føles mer motiverende. Dette er ikke forskningsbasert, men allikevel et interessant aspekt. Gjennom oppgavene fikk også elevene en utfordring i å oversette mellom det matematiske språket og den virkelige verden/problemsituasjonen (se Anghileri, 2000), kap. 2.6.). Jeg laget 2 x 6 tekstoppgaver med de overnevnte strukturer; 2 oppgaver med hver problemstrukturtype og med enkel addisjon (kun bruk av sifrene 2 til 9). Jeg var usikker på hvor vanskelighetsgraden lå i forhold til elever på 2. trinn som er kommet halvveis i skoleåret. Var oppgavene for vanskelige for alderstrinnet? Jeg ønsket å få prøvd ut tekstoppgavene både på ordlyden i oppgaveteksten og på rekkefølgen av oppgavene. Greide elevene å lese oppgavene selv? Var det noe i rekkefølgen: Change, combine, compare, change, compare, combine som tilsa at jeg måtte gjøre endringer?

I starten av desember tok jeg kontakt med naboskolen for utprøving av tekstoppgavene på 2. trinnet. Jeg satte ikke noen maksimumstid, men ba lærerne notere ned hvor lang tid elevene brukte på oppgavene, både de som var ferdige først og de som var ferdige til slutt. Elevene fikk mulighet til å løse problemløsningstest 1 og 2 innenfor rammen av en skoletime. Lærerne skulle legge merke til hvordan elevene mottok oppgavene; spesielt med hensyn til motivasjon og arbeidsiver. Analysene og resultatene viste at change- og combine problemstrukturer var enklest å løse. Her var ikke forskjellene i antatt vanskelighetsgrad så tydelige. Compare problemstrukturen viste seg, som forventet, å være den vanskeligste. Lærerne kunne melde om motiverte elever som stort sett syntes at oppgavene var interessante. De fleste greide å lese oppgavene selv. Jeg foretok derfor ingen *justeringer* av oppgavene etter prøvetestingen, verken på ordlyden i oppgaveteksten eller på rekkefølgen i oppgavene. Jeg hadde imidlertid behov for å finne en tilnærmet riktig maksimumstid for testene. Denne informasjonen fant jeg ikke gjennom piloteringen av oppgavene. Her var jeg først og fremst på jakt etter å finne ut hvordan elevene tok imot oppgavene; var de for vanskelige slik at elevene ble

frustrerte og at det av den grunn måtte settes nokså lang tid til løsning av oppgavene eller var de for lette slik at det ble tak-effekt. Tak-effekt er ikke ønskelig da det vanskeliggjør måling av evt. signifikante forskjeller mellom pretest og posttest (Sørensen, 2007).

Tid

Utfordringen med å finne en passende maksimumstid løste jeg på følgende måte: Forsøksgruppen og kontrollgruppen avtalte å ta testene på ulike tidspunkter på prøvedagen. Forsøksgruppen tok testene først. Lærer avtalte med elevene at de skulle rekke opp hånden når de var ferdige med prøven. Lærer sa samtidig at ikke alle kom til å bli ferdige og at dette var helt greit. Når ca. 1/4 av gruppen (6 elever) var ferdige med testene merket læreren seg tiden og ga samtidig beskjed til resten av gruppen om at tiden var ute og at de ikke skulle løse flere oppgaver. Dette resulterte i en maksimumstid på hurtighetstestene på 3 ½ minutter og maksimumstid på problemløsningsoppgavene på 5 minutter. Maksimumstidene ble meddelt kontrollgruppen. Jeg ønsket å teste om hvor vidt addisjonskombinasjonene er automatisert fra pre- til posttest, derfor var det nødvendig med maksimumstid på testene. Med maksimumstid hadde jeg en mulighet til å si noe om *hvor raskt elevene løste* oppgavene, samt si noe om *hvor sikker kunnskap* elevene hadde om addisjonskombinasjoner fra pre- til posttest.

Testreliabilitet

Testreliabilitet handler om å finne ut hvor pålitelig testene er. Testen med addisjonskombinasjoner hadde 32 oppgaver, mens problemløsningstestene talte 6 oppgaver. Det er vanskelig å oppnå reliabilitet på en test som bare har 6 oppgaver, til det er det sannsynligvis for få oppgaver. Jeg valgte derfor å slå sammen alle oppgavene i pretest; Addisjonskombinasjoner 32 oppgaver og Problemløsning 6 oppgaver. Totalt 38 items (oppgaver). Jeg analyserte alle tester med reliabilitetsmålet Cronbachs Alpha. Resultatet viste høy reliabilitet på de fleste av testene.

Kommentarer til tabellen følger nedenunder.

Cronbach`s Alpha			N of Items	N
Pretest	samlet	.958	38	66
				1missing
Posttest	samlet	.960	38	66
				1missing
Pretest 1	deltest	.964	32	66
Addisjonskombinasjoner				1missing
Posttest 1	deltest	.962	32	66
Addisjonskombinasjoner				1missing
Pretest 2	deltest	.629	6	67
Problemløsning				
Posttest 2	deltest	.576	6	67
Problemløsning				

Tabell 1: Måling av testreliabilitet med Cronbach`s Alpha.

Kommentar til tabell 1: Både samlet pretest og samlet posttest viser høy reliabilitet, henholdsvis .958 og .960. Deltesten Addisjonskombinasjoner pre- og posttest hadde også høy reliabilitet med henholdsvis .964 og .962. Deltesten Problemløsning pre- og posttest hadde en Cronbachs Alphaverdi på henholdsvis .629 og .576. Dette viser at testene har for lav reliabilitet; altså ikke pålitelig som tester alene. Har man 6 oppgaver (items) er det ønskelig med en Cronbach`s Alphaverdi på minst .640 for å kunne si at testen er reliabel (Sørensen, 2007).

Testadministrasjon

Administrasjon av de to pretestene ble gjort i løpet av to påfølgende dager. Testing av addisjonskombinasjoner ble tatt først. Lærerne fulgte administrasjonsveiledningen som i korthet gikk ut på at alle elever starter samtidig på testene og har maksimumstid på begge typen tester. Lærerne forberedte elevene på at ikke alle kom til å bli ferdige og at dette var helt greit. De ble bedt om å gjøre så godt de kunne. Det ble ikke gitt støtte av lærer under løsning av addisjonskombinasjonene. Før elevene fikk starte på den skriftlige løsningen av problemløsningsoppgavene, leste lærer fortløpende gjennom oppgavene. Elevene kunne få lest opp enkeltoppgaver hvis de hadde behov for det, men lærer skulle ikke bidra i løsningen av oppgavene. Elevene fikk tildelt et nummer som de skulle skrive øverst i høyre hjørne. For å markere ”kjønn” skulle jentene skrive ”j” og guttene ”g” på besvarelsen sin.

3.5 Presentasjon og analyse av data

I presentasjonen av testresultater benytter jeg deskriptiv statistikk. Deskriptiv statistikk beskriver hvordan observasjoner fordeler seg, enten i utvalg eller i populasjoner. Eksempler på slik statistikk er gjennomsnitt, median, kvartiler, standardavvik og korrelasjonskoeffisient (Johannessen, 2007). Jeg benytter meg av statistiske metoder i analyse av datamaterialet. For å teste reliabiliteten i testene, bruker jeg reliabilitetsmålet Chronbach`s Alpha. Jeg har brukt deskriptiv statistikk for å beskrive resultatene. Gjennomsnittsundersøkelsene for gruppene blir også presentert ved hjelp av tabeller og histogrammer. Jeg bruker Independent Samples Test eller T-test for korrelerte data, til signifikanstesting av resultatene. Testen blir bl.a. brukt til signifikanstesting av forskjell mellom gjennomsnittsverdi før og etter en påvirkning (Kleven, 2002). Jeg anvender også korrelasjonsanalyser for å besvare spørsmålene i problemstillingen. Korrelasjonsanalyse er nyttig å bruke når man skal studere hvordan ting henger sammen og man skal se på samvariasjon mellom variabler (Kleven, 2002). Jeg bruker analysen til å studere sammenhenger i grupperinger innenfor

forsøksgruppen og mellom forsøksgruppe og kontrollgruppe. I testing av null-hypotesen, bruker jeg klassiske signifikanslogikk (Kleven, 2002) hvor jeg antar at $\mu_1 + \mu_2 = 0$, undersøker data ($x_1 - x_2$) og vurderer deretter sannsynligheten for at null-hypotesen må beholdes eller forkastes.

3.6 Validitet og reliabilitet

Jeg støtter meg til Cook & Campbells validitetssystem (Lund 2002), et validitetssystem for kausale (årsaks-) undersøkelser. Systemet har 4 kvalitetskrav eller typer av validitet i forbindelse med kausale undersøkelser; statistisk validitet, indre validitet, begrepsvaliditet og ytre validitet. Med bakgrunn i disse, vil jeg i det følgende se jeg på hvilke typer som er mest aktuelle for min undersøkelse. Jeg ser på hvilke mulige feilfaktorer (trusler) som kan gjøre det vanskelig å trekke valide slutninger. Tangen & Befring (2002) mener at validitet dreier seg *om* vi har fått et måleresultat for det vi ønsker å måle og i hvor høy grad resultatet også inkluderer andre faktorer. Det dreier seg om hvor gyldig måleresultatene er. Reliabilitet dreier seg om graden av målepresisjon eller målefeil og om vi oppnår måleresultater som er stabile og presise. Kleven (2002) sier at god reliabilitet er ingen garanti for at data er pålitelige i forhold til andre feilkilder.

Statistisk validitet

Et kjennetegn på god statistisk validitet er at det i undersøkelsen kan trekkes en holdbar slutning om at sammenhengen mellom uavhengig og avhengig variabel eller tendensen er statistisk signifikant og rimelig sterk (Lund, 2002). Jeg har en kvantitativ undersøkelse, statistiske slutninger er derfor relevante for min undersøkelse. Statistisk styrke defineres som det motsatte av sannsynligheten for type 2 feil (å akseptere en gal nullhypotese), altså sannsynligheten for å gjøre den korrekte slutning å forkaste en gal nullhypotese. Min nullhypotese er *"Etter 6 ukers trening på addisjonskombinasjoner viser pre- og posttest ingen signifikant forskjell på forsøksgruppen og kontrollgruppen."* Lund & Christophersen (1999 i Lund 2002) mener at Type1-feil og Type2-feil er

mulige trusler ved signifikanstesting. Dette innebærer å forkaste en sann nullhypotese eller akseptere en gal nullhypotese. I min undersøkelse gjør jeg en Type1-feil hvis jeg forkaster nullhypotesen og det viser seg at det *ikke er* noen signifikant forskjell mellom gruppene. Jeg gjør en Type2-feil hvis jeg aksepterer nullhypotesen og det viser seg at det *er* signifikante forskjeller mellom gruppene. Funn av eventuelle signifikante forskjeller mellom forsøksgruppe og kontrollgruppe etter å ha stilt nullhypotesen, vil være med på å prege de statistiske slutningene jeg tar. Sterk sammenheng mellom variablene henger sammen med statistisk validitet (Lund, 2002). Jeg undersøker om det er signifikante forskjeller i resultatene til forsøksgruppe og kontrollgruppe etter 6 ukers trening på addisjonskombinasjonene. Dette er grunnlaget for de statistiske slutninger jeg trekker.

Validitet handler om å kunne vise at det som måles kan knyttes opp mot problemstillingen og forskningsspørsmålene. Det vil være vanskelig å kunne måle om elevenes automatisering av addisjon er styrket etter treningen, derfor har spørsmålet om det er mulig å måle grad av automatisering dukket opp underveis. Jeg har ikke intensjoner om å generalisere funnene utover deltakerne i undersøkelsen. Årsaken til det er sammenhengen med utvalgsproblematikken; jeg har et ikke-tilfeldig utvalg. Jeg mener allikevel det er mulig å kunne si noe om antagelser og tendenser.

Jeg har valgt å beholde alle verdiene i undersøkelsen, bortsett fra *en* elev i testingen av addisjonskombinasjoner. (Se kap. 3.2.1.) Jeg har beholdt alle verdier, både de laveste og de høyeste verdiene.

Indre validitet

Kleven (2002) sier at god indre validitet innebærer at man kan stole på den tolkningen som fremsettes på grunnlag av relasjoner mellom variabler. Lund (2002) sier at indre validitet handler om slutninger som angår om den observerte sammenhengen mellom uavhengig (treningen) og avhengig (effekten av treningen) reflekterer en kausal (årsaksmessig) sammenheng. Han

mener at en undersøkelse har god indre validitet dersom det kan trekkes en holdbar slutning om at sammenhengen eller tendensen er kausal. To mulige slutninger i min undersøkelse kan være at trening med addisjonskombinasjoner førte til /førte ikke til styrket automatisering i addisjon. Signifikante resultater viser at det er en statistisk forskjell mellom gruppene. Statistisk validitet er dermed i utgangspunktet oppfylt. Det blir viktig å se på om det kan det være andre forklaringer, enn treningen, som gjør at gruppene er signifikant forskjellige. Lund (2002) mener at ulike typer design har ulike trusler forbundet med indre validitet. I det følgende redegjør jeg opp de vanligste truslene som er forbundet med denne typen design.

Seleksjon er en sentral trussel for designet mitt, fordi gruppene kan være systematisk forskjellig; en gruppe være mer intelligent enn den andre. Jeg har en ikke-tilfeldig personfordeling og en eventuell gruppeforskjell etter treningsperioden kan skyldes at gruppene var forskjellig fra begynnelsen av. For å øke indre validitet kontrollerer jeg for likhet i gruppene ved en statistisk kontroll, der jeg forsøker å gjøre gruppene like ved at jeg justerer posttestdifferansen for en eventuell pretestforskjell. Gruppene kommer fra samme skole. Lærerne på trinnet jobber tett sammen og har en holdning til at hele trinnet skal "få likt", noe som også kan være med å øke gruppelikheten før testing.

Historie er en hendelse som oppstår uavhengig av den antatte årsaken og kan frembringe virkning. Faren for at kontrollgruppen trener ekstraordinært, er en slik trussel. Lund (2002) kaller det atypisk kontrollgruppeatferd. Jeg ser at det kan komme til å bli "lekkasje" om opplegget mellom forsøks - og kontrollgruppe, fordi de er fysisk nært hverandre. Lærerne i kontrollgruppen kan komme til å gi kontrollgruppen kompensatorisk undervisning. En av konsekvensene kan bli at kontrollgruppen blir en tiltaksgruppe og at gruppeforskjellen blir for liten. For å minske denne trusselen har jeg snakket med lærerne på trinnet om viktigheten av å ikke øve ekstraordinært for at

undersøkelsen skal bli så valid som mulig. Jeg ga også løfte om trening for kontrollgruppene i etterkant av undersøkelsen.

Modning: Endring i tiltaksperioden som skyldes biologisk eller miljømessige forhold som er uavhengig, for eksempel at elevene i forsøksgruppen blir lei av treningen – også kalt ”Experimental fatigue” (Abrahamsen, 2007). Jeg stiller spørsmål til om denne typen trening kan sammenlignes med overlæring, som kan føre til tretthet blant elevene. Å være på vakt mot elever som er lei treningen, kan være et tiltak som kan minske denne trusselen. I min undersøkelse tilrettelegger læreren i forsøksgruppen undervisningen slik at denne trusselen blir så liten som mulig. Treningen blir tatt på et tidspunkt hvor elevene er opplagte, samt at lærer viser entusiasme og har en positiv innstilling til treningssituasjonen. Dette kan ha ”smitteeffekt” på forsøksgruppen og hjelpe dem hvis de føler at de er lei treningen.

Frafall er også en relevant trussel. Frafall handler om hvor mange frafall det er i gruppene. Flere elever var borte fra skolen pga. sykdom i forsøksperioden. Mitt tiltak for å få med flest mulig elever, var å be lærerne om å ta testen på disse elevene så raskt som mulig etter at de kom tilbake til skolen.

Tak-effekt og gulveffekt på testene er aktuelle trusler for min undersøkelse. Med tak-effekt menes at testene er så enkle at mange skårer 100% riktig eller har tid til å telle. Med gulveffekt menes at testene er så vanskelige at få elever greier den innenfor den tiden som er satt opp (Lund, 2002). Piloteringen ga meg en pekepinn på testenenes vanskelighetsgrad. Dessuten mente jeg at å sette maksimumstid etter at ca. 1/4 av gruppen var ferdig med pretesten, ville kunne føre til at flesteparten av elevene ville ha et forbedringspotensial. Kanskje noen flere ville ”nå taket” ved posttest, men det var viktig for meg at så mange som mulig av elevene klarte å nærme seg målet ved posttest.

Jeg skal måle i hvilken grad trening på addisjonskombinasjoner kan styrke elevenes automatisering i addisjon. En av svakhetene med denne type trening, er at den sannsynligvis ikke vil virke på alle barn i forsøksgruppen. Det kan

dreie seg om elever som har konsentrasjonsproblemer, elever som synes treningen er kjedelig og uinteressant og ikke minst elever som har matematikkvansker. Sistnevnte elevgruppe trenger gjerne ulike tilpasninger i undervisningen. Dette må ansees som en trussel mot undersøkelsen.

Begrepsvaliditet

Lund (2002) definerer begrepsvaliditet som grad av samsvar mellom begrepet slik det er definert teoretisk og begrepet slik vi lykkes med å operasjonalisere det; m.a.o. samsvar mellom teoretisk begrep og gjennomført ”måling”. Begrepet slik det er definert er i mitt tilfelle *ønsket om å måle* om 6 ukers trening på addisjonskombinasjoner ville styrke automatisering i addisjon. Samsvaret med dette og det operasjonaliserte begrepet; altså *om* jeg har målt det jeg sier jeg ville måle blir vesentlig. Konstruktvaliditet blir derfor en sentral del av begrepsvaliditet. Lund sier at alle begreper representerer teoretiske konstruksjoner, derav navnet konstrukt. De er abstrakter og prinsipielt ikke målbare. *Styrket automatisering i addisjon* er et slikt begrep, slik jeg ser det. Lund mener at selv om vi ikke kan observere begrepet (styrket automatisering i addisjon), kan vi observere forhold som vi tar som tegn på det (at elevene ikke rekker å telle, men bruker retrieval-strategi). Selv om bruk av retrieval-strategi er et tegn på automatisering, måler jeg ikke hvor vidt elevene teller eller ikke. Lund (2002:142) sier at ”observerbare forhold brukes som indikator på noe som ikke er observerbart, med den usikkerhet som dette innebærer”. Han sier videre at de fleste begreper innenfor pedagogisk forskning ikke lar seg operasjonalisere, men fordi empirisk forskning ellers ville være umulig, gjør vi det likevel. Fordi det er umulig å sikre perfekt begrepsvaliditet, er sviktende begrepsvaliditet et moment i vurderingen i tolkningen av forskningsresultatene (2002:150). Et av tiltakene for å sikre best mulig begrepsvaliditet, er bruk av maksimumstid på testene. Maksimumstid vil kunne begrense tak-effekten, se ovenfor. Jeg ønsker at elevene løser flest mulig oppgaver uten å bruke tellestrategier. Hvis elevene vet at de har begrenset med tid på oppgavene, vil de kanskje prøve å gå korteste vei til målet ved å bruke retrieval-strategi i

addisjonskombinasjoner som de føler seg sikre på. Andre trusler mot begrepsvaliditeten er testreliabiliteten. Hvis ikke testene i konstruktet mitt er reliable, kan jeg jo ikke få målt det jeg ønsker å måle.

Lund mener at dårlig testreliabilitet er en trussel mot begrepsvaliditeten. En test kan ikke måle et begrep på en valid måte dersom reliabiliteten er dårlig. Han definerer *reliabilitet* som et uttrykk for i hvilken grad data er fri for tilfeldige målingsfeil. Reliability kan oversettes med pålitelighet. Kleven (2002) viser til to måter å redusere målingsfeilene på; redusere de tilfeldige feilene eller nøytralisere dem. Jeg nytter ikke standardiserte tester, noe som kan gi målingsfeil. På den andre side har jeg lagt til grunn arbeid fra anerkjente forskere i utviklingen av testene mine. Å bygge testmateriellet på arbeid og forskning av Ostad (1999) og Løwing & Kilborn, mener jeg er en styrke av reliabiliteten. Dette tror jeg kan være med på å redusere målefeil. Jeg mener også å ha gitt grundig opplæring i testadministrasjon til lærerne som har utført testingen. Dette er, iflg. Kleven, med på å øke reliabiliteten. Å ha et stort antall regneoppgaver (38 items i pre- og posttest) er med på å nøytralisere målefeilene så mye som mulig. Å ha 2 målinger i undersøkelsen, test – retest, er med på å gjøre undersøkelsen mer stabil. Jeg mener å kunne gjøre retest-effekten mindre ved å ha forskjellige pre- og posttester. Ved å teste reliabiliteten i testene som er benyttet, er jeg med på å sikre reliabiliteten i undersøkelsen. Jeg brukte metoden Cronbach`s Alpha for å finne ut hvordan de enkelte oppgavene i testen (items) korresponderte med hverandre. Cronbach`s Alpha er samlet høy nok. (Se kap. 3.4.2; om testreliabilitet).

Ytre validitet

Kleven (2002) mener at ytre validitet handler om *hvilken kontekst* resultatene er gyldige for. Det blir sentralt å stille spørsmålene: Hvilke personer er resultatet gyldig for? Hvilke situasjoner er resultatet gyldig i? Dersom resultatene som er funnet i undersøkelsen kan gjøres gjeldende for de personer og situasjoner som er relevante ut fra undersøkelsens problemstilling, kan undersøkelsen sies å ha god ytre validitet. Min undersøkelse ønsker jeg å finne ut om det er signifikante

forskjeller på antall løste addisjonskombinasjoner og problemløsning (anvendt matematikk) mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen etter 6 ukers trening. Jeg må stille spørsmål som ” Er effekten tilstede?” og ”Gjelder dette for alle som var tilstede i forsøket?” Gjennom resultatanalysen kan jeg finne noe av svaret; svar som skal danne grunnlag for å lage slutninger og trekke konklusjoner. Jeg har som intensjon å først å fremst gjøre resultatene gjeldende for deltakerne i undersøkelsen, eventuelt for hele barneskolen hvor undersøkelsen ble gjort. Undersøkelsen er sannsynligvis ikke valid nok til å kunne si noe om dette vil virke på andre skoler fordi utvalget er for lite til å kunne gjøre sikre konklusjoner. Jeg vet ikke noe om effekten over tid. Det kunne ha vært interessant å gjøre oppfølgingstester av gruppene, men tiden tillater ikke det i denne omgang. Jeg er ansatt ved skolen og har muligheter til å gjøre oppfølgingstesting i aug./sept.

3.7 Etiske hensyn

I undersøkelser som dette må det stilles strenge krav til anonymisering og oppbevaring av navnelister, informert samtykke, retten til innsyn fra deltakerens side og taushetsplikt hos de involverte parter i forskningsarbeidet (Befring, 2002). I min undersøkelse ble elevene registrert ved hjelp av nummer og kjønn. Lærer for gruppen oppbevarte navn/nummerliste fram til posttest var gjennomført. Deretter ble disse makulert. Jeg hadde ikke kjennskap til denne kodingsnøkkelen, det var derfor ikke nødvendig å innhente tillatelse fra NSD (Norsk Samfunnsvitenskapelige Datatjeneste). Etter å ha fått tillatelse fra rektor på skolen for godkjennelse av undersøkelsen, utformet jeg et brev til elevenes foreldre med forespørsel om elevenes deltakelse hvor de måtte gi skriftlig samtykke til at deres barn kunne delta i undersøkelsen. Her kom det fram at forskningen skulle være åpen for innsyn, at den skulle publiseres og at jeg var bundet av fag- og forskningsetiske normer. Det kom tydelig fram i forespørselen at hensynet til barnets sikkerhet var avgjørende og verdien av å delta i prosjektet. Jeg så også at det kunne være problematisk for noen av

elevene å ha et tidspress på seg i testsituasjonene (maksimumstid). Ivaretaking og skånsom behandling av elevene ble derfor sentralt. Jeg stilte spørsmålet ”Hva gjør tidspress med elever som ikke får til så mange kombinasjoner?” Lærerne for gruppene snakket nøye med elevene om tidspress og maksimumstid før den første testen ble gjennomført. Det ble poengtert at det var helt OK at de ikke blir ferdig, at de måtte gjøre så godt de kunne og at testsituasjonen ikke var en konkurranse om å være dyktigst. I brevet til foreldrene ble det også tatt høyde for at det sannsynligvis opplevdes urettferdig at bare en av gruppene har fått tiltaket. Dette sikret jeg ved å tilby samme tiltak til kontrollgruppen etter at resultatene om en eventuell effekt forelå. I mai ble foreldregruppen informert om at de endelige resultater ville foreligge etter masteroppgavens deadline 30.mai. Resultatene skal presenteres for foreldregruppen på foreldremøte i juni.

Å være tilstrekkelig objektiv i alle deler av oppgaven, er og har vært en utfordring for meg, dette er spesielt viktig med tanke på at jeg er ansatt ved forsøksskolen. Jeg var kollega med lærerne som har administrert testene. Det har vært viktig å sikre at alle prosesser har foregått som planlagt i forhold til veiledningen; både testingen og treningen. Det har vært en utfordring å ikke snakke for mye om treningen og detaljer omkring denne. Pedagogiske tanker og opplegg, som vedrører skolen, er gjerne samtaleemner i diskusjoner på trinnkontoret og i lunsjrommet.

4. Presentasjon og analyse med preliminær drøfting

Forsøksgruppen besto av 22 elever, mens kontrollgruppen besto av 45 elever. I første del av kapitlet presenteres resultatene fra den samlede test. På slutten av kapitlet presenteres resultatene for forsøksgruppen sett i forhold til en splittet kontrollgruppe; kontroll 1 og kontroll 2. Kontrollgruppen besto i virkeligheten av to atskilte grupper. Det var derfor ønskelig å se på gjennomsnittet for alle tre gruppene på 2.trinn. De involverte lærerne i undersøkelsen ønsket også dette. Etter presentasjonene, følger analyse med signifikanstesting og kort drøfting sett i lys av forskningsspørsmålene.

4.1 Presentasjon av resultater; addisjonskombinasjoner

Testen hadde 32 oppgaver med maksimumstid på 3 ½ minutter. Maks poeng var 32. Testingen av antall riktig løste addisjonskombinasjoner hadde som mål å finne ut om det var endringer i løsningshurtigheten hos elevene etter 6 uker med trening. Cronbach`s Alpha viste .964 for pretest og .962 for posttest (se kap. 3.4.2.). Deltestenes reliabilitet er høy nok.

4.1.1 Pretest og posttest; addisjonskombinasjoner

Tabell 2 viser forskjellen mellom gruppene på pretest og posttest. Etter 6 ukers trening gikk gjennomsnittet for testgruppen opp med 1.33 flere løste oppgaver på 3 ½ minutter. Kontrollgruppen, som ikke hadde fått trening, gikk tilbake med 0.49 løste oppgaver på 3 ½ minutter. Standardavviket ble 1.373 mindre i forsøksgruppen, mens det i kontrollgruppen økte med 0.882 ved posttest. Forsøksgruppen og kontrollgruppen hadde begge en minimumskåre på 2 poeng ved pretest. Forsøksgruppen økte dette til 5 poeng ved posttest, mens kontrollgruppen hadde uendret minimum. Begge gruppene hadde samme maksimumskåre.

Pretest og posttest Addisjonskombinasjoner			
Grupper		Pretest	Posttest
Forsøksgruppe	Mean	20.00	21.33
	N	21	21
	Std. Deviation	10.835	9.462
	Minimum	2	5
	Maximum	32	32
Kontrollgruppe	Mean	15.13	14.64
	N	45	45
	Std. Deviation	8.617	9.499
	Minimum	2	2
	Maximum	32	32
Total	Mean	16.68	16.77
	N	66	66
	Std. Deviation	9.571	9.924
	Minimum	2	2
	Maximum	32	32

Tabell 2: Deskriptive data for antall elever (N), minimumskåre, maksimumskåre, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

4.1.2 Sammenhengen mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen når det gjelder løsning av addisjonskombinasjoner

Hvor stor er forskjellen, hvis det finnes en forskjell, mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen?

Forskningsspørsmålet søker å finne svar på *om* det finnes en forskjell mellom gruppene i antall løste addisjonskombinasjonsoppgaver og hvor stor denne evt. er. Forskjellen på gruppene ved posttest var 6.69, det vil si at forsøksgruppen greide å løse 6.7 flere oppgaver i snitt. For å sammenligne forskjellen i gjennomsnittet, bruker jeg T-test. Testen viser en signifikans på .54 ved pretest, noe som nærmer seg et signifikant nivå. Ved posttest er signifikansnivået .010, som viser at resultatet er signifikant.

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Pretest Løsningshastighet (1-32 poeng)	Equal variances assumed	2.878	.095	1.966	64	.054	4.867	2.475	-.079	9.812
	Equal variances not assumed			1.809	32.271	.080	4.867	2.691	-.613	10.346
Posttest Løsningshastighet (1- 32 poeng)	Equal variances assumed	.011	.917	2.668	64	.010	6.689	2.507	1.680	11.698
	Equal variances not assumed			2.672	39.287	.011	6.689	2.504	1.626	11.752

Tabell 3: Signifikanstesting av pre- og posttest. Addisjonskombinasjoner.

4.2 Presentasjon av resultater; problemløsning

Problemløsningstesten hadde som mål å se om 6 ukers automatiseringstrening gjorde utslag på elevenes anvendelse av addisjon i problemløsningsoppgaver. Testen hadde 6 oppgaver med maksimumstid på 5 minutter. Maks var 6 poeng. Cronbach`s Alpha viste .629 for pretest og .576 for posttest (se kap. 3.4.2.). Resultatene fra reliabilitetstesting viser at testene alene ikke har et signifikant nivå.

4.2.1 Pretest og posttest; problemløsning

Forsøksgruppen hadde et gjennomsnitt ved pretest som lå 0.44 under kontrollgruppen. Ser vi på gjennomsnittsforskjellen fra pretest til posttest, se vi at forsøksgruppen har gått fram med 0.86, mens kontrollgruppen har gått tilbake med 0.65. Begge gruppene har en minimumskåre på 1 og en maksimumsskåre 6 ved pretest. Ved posttest har forsøksgruppen økt minimumsskåre med 1, mens kontrollgruppen er uforandret. Maksimumskåre ved posttest er uforandret i begge grupper.

Pretest og posttest Problemløsning			
Grupper		Pretest	Posttest
Forsøksgruppe	Mean	4.14	5.00
	N	22	22
	Std. Deviation	1.490	1.069
	Minimum	1	2
	Maximum	6	6
Kontrollgruppe	Mean	4.58	3.93
	N	45	45
	Std. Deviation	1.373	1.421
	Minimum	1	1
	Maximum	6	6
Total	Mean	4.43	4.28
	N	67	67
	Std. Deviation	1.417	1.401
	Minimum	1	1
	Maximum	6	6

Tabell 4: Deskriptive data for antall elever (N), minimumskåre, maksimumskåre, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

Pre- og posttestene i Problemløsning hadde problemstrukturene *change* (endre), *combine* (kombinere), *compare* (sammenligne). *Change* og *combine* var vurdert til de enkleste. *Combine* anses for å være den aller enkleste, hvor det kommer noe til eller faller noe fra; en passiv prosedyre. *Change* anses for å være noe vanskeligere, hvor det skjer en endring; en aktiv prosedyre. *Compare* er vanskeligst, hvor det er flere prosedyrer involvert; en mer kompleks prosedyre. Resultatet fra undersøkelsen viste besvarelser som er sammenfallende med de overstående strukturene.

Kommentarer til tabellen nedenunder:

Histogrammet er delt inn slik: Ikke riktig svar (0 poeng), riktig svar (1 poeng) og ikke besvart (0 poeng) på x-aksen. Y-aksen viser antall elever totalt. I *change*- og *combine*oppgavene var det flest riktige svar, resultatet fra de to strukturene var nokså like. *Compare*-strukturen var den klart vanskeligste: I tabellen nedenunder viser bilde 1 og 3 oppgaver med setningsstrukturer som inneholder begrepet "flere". Bilde 2 og 4 viser oppgave med setningsstrukturer som inneholder begrepet "færre". Oppgaver med begrepet "færre" i setningsstrukturen har høyest andel av "ikke besvart". En annen grunn til at det er en lav andel "ikke besvart" kan skyldes at dette er den siste oppgaven i

testen, noe som kan medføre at ikke alle ble ferdige innen maksimumstid. For større og mer tydelige histogrammer, se vedlegg 8.

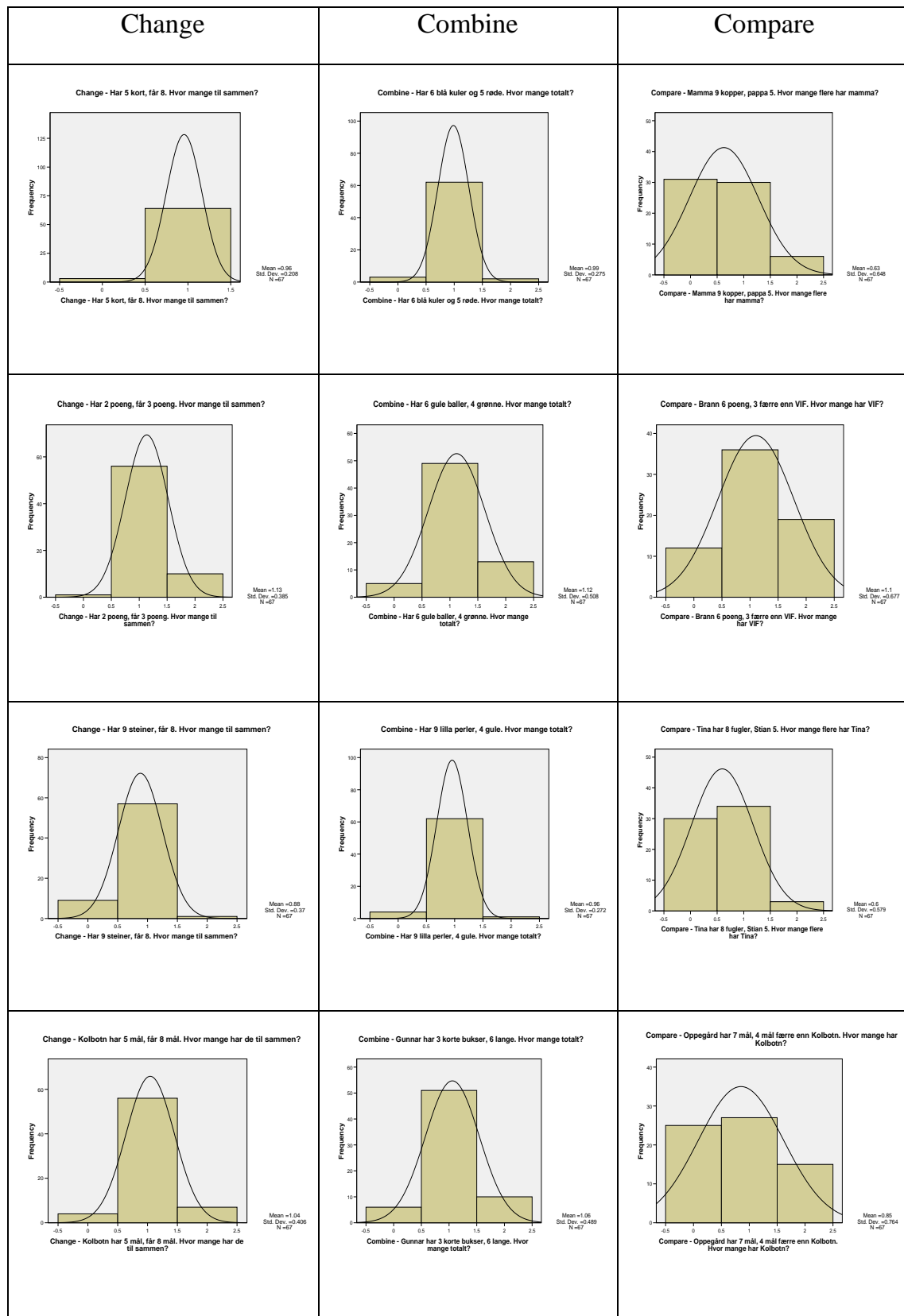


Fig. 6: Resultat av problemløsningsoppgavene; fordelt på strukturene change, combine og compare

4.2.2 Sammenhengen mellom pretest og posttest når det gjelder problemløsning

Hvor stor er forskjellen, hvis det finnes en forskjell, mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen?

Problemløsningstestene alene er ikke reliable tester. Til det har den for få oppgaver, kun 6 oppgaver. Det var allikevel interessant å se om trening på addisjonskombinasjoner ga utslag på gruppenes besvarelser, selv om jeg ikke kan si for sikkert at et forbedret posttestresultat kom på grunn av treningen. Jeg ønsket også å se på gruppenes besvarelser i forhold til problemløsningsstrukturene change, combine, compare. Ville det vise seg at det var enklere å besvare oppgaver med de to første oppgavestrukturene? Det var en klar overvekt av riktige svar på de letteste kombinasjonene. Compare – strukturen hadde klart færre riktige svar. Dette samsvarer med teorien bak problemstrukturene. (Se kap. 2.6.1.)

Forskningsspørsmålet søker å finne svar på *om* det finnes en forskjell mellom gruppene i anvendelse av problemløsningsoppgavene, og hvor stor denne evt. er. Forskjellen mellom gruppene ved posttest er 1.07, det vil si at forsøksgruppen greide i snitt å løse ca. 1 oppgave mer enn kontrollgruppen. For å sammenligne forskjell i gjennomsnitt, brukte jeg T-test. Resultatet ved pretest viste ingen signifikans, mens det var signifikant på posttest.

Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
Pretest Problemløsning (1 - 6 poeng)	Equal variances assumed	.675	.414	-1.202	65	.234	-.441	.367	-1.175 .292
	Equal variances not assumed			-1.168	38.876	.250	-.441	.378	-1.206 .323
Posttest Problemløsning (1 - 6 poeng)	Equal variances assumed	3.171	.080	3.113	65	.003	1.067	.343	.382 1.751
	Equal variances not assumed			3.428	53.781	.001	1.067	.311	.443 1.690

Tabell 5: Signifikanstesting av pre- og posttest. Problemløsning.

Tabell 5 viser et høyt signifikansnivå på posttesten. Jeg kan allikevel ikke legge for stor betydning i resultatet fordi testens reliabilitet er svak. Å basere en test på bare 6 oppgaver ser ut til å være for spinkelt grunnlag.

4.3 Presentasjon av resultater; samlet pretest og posttest

I det følgende studerer jeg gjennomsnittsforskjeller mellom forsøksgruppe og kontrollgruppe, på *hele* pretest (Addisjonskombinasjoner 1 + Problemløsning 1) og *hele* posttest (Addisjonskombinasjoner 2 + Problemløsning 2). Cronbach's Alpha viste .958 for pretest og .960 for posttest (se kap. 3.4.2.) Dette viser høy nok testreliabilitet for både pre- og posttest. Testen hadde 38 oppgaver totalt. Kontrollgruppen hadde flere feilsvar enn forsøksgruppen.

4.3.1 Gjennomsnittsforskjeller i forsøksgruppen og kontrollgruppen

Forsøksgruppen hadde en gjennomsnittlig økning ved posttest på 2.04. Kontrollgruppen gikk tilbake 1.13 ved posttest. Standardavviket minsket med 1.495 for forsøksgruppen ved posttest. For kontrollgruppen økte det med 1.115 ved posttest. Forsøksgruppen hadde en minimumsskåre på 3 ved pretest, mens kontrollgruppen hadde en minimumsskåre på 5. Ved posttest hadde forsøksgruppen øket denne skåren med 4, altså en minimumsskåre på 7. Kontrollgruppen var uendret. Maksimumsskåre var den samme for begge grupper, både ved pre- og posttest.

Gjennomsnitt i gruppene ved pretest og posttest			
Grupper		Pretest	Posttest
Forsøksgruppe	Mean	24.24	26.29
	N	21	21
	Std. Deviation	11.441	9.946
	Minimum	3	7
	Maximum	38	38
Kontrollgruppe	Mean	19.71	18.58
	N	45	45
	Std. Deviation	9.346	10.461
	Minimum	5	5
	Maximum	38	38
Total	Mean	21.15	21.03
	N	66	66
	Std. Deviation	10.194	10.844
	Minimum	3	5
	Maximum	38	38

Tabell 6: Deskriptive data for antall elever (N), minimumskåre, maksimumskåre, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

Nedenfor presenteres resultatet i grafisk form:

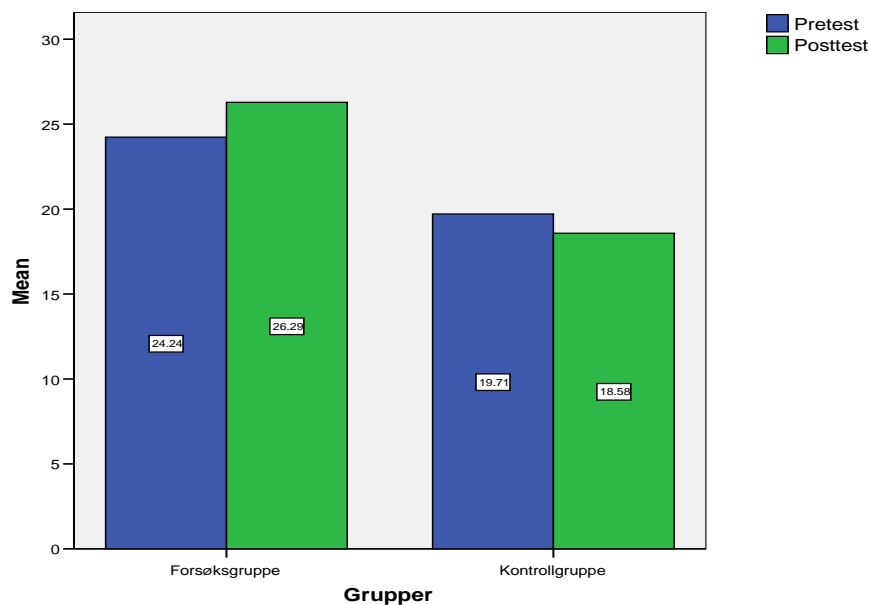


Fig. 7: Grafisk framstilling av gjennomsnittet for forsøksgruppen og kontrollgruppen ved pre- og posttest. Totalt 38 oppgaver (items) i testen.

4.3.2 Sammenhengen mellom gruppenes gjennomsnitt i den samlede pre - og posttest

Hvor stor er forskjellen, hvis det finnes en forskjell, mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen?

Forskningsspørsmålet dreier seg om det *er* en forskjell mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen etter posttest. Gjennomsnittlig forskjell ved posttest er 7.71, det vil si at forsøksgruppen greide å løse i gjennomsnitt 7.7 flere oppgaver enn kontrollgruppen. T-testen viste ikke signifikant resultat ved pretest, mens den ved posttest viste en signifikans på .006, som er et høyt signifikansnivå.

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Pretest	Equal variances assumed	2.017	.160	1.705	64	.093	4.527	2.655	-.778	9.832
	Equal variances not assumed			1.583	32.944	.123	4.527	2.859	-1.290	10.344
Posttest	Equal variances assumed	.059	.808	2.831	64	.006	7.708	2.723	2.269	13.147
	Equal variances not assumed			2.884	41.013	.006	7.708	2.672	2.311	13.105

Tabell 7: Signifikanstesting av gruppene ved pre- og posttest. Samlet test (38 items).

Hvem har størst forskjell fra pretest til posttest i forsøksgruppen, - elevgrupper som skårer lavt i pretesten eller elevgrupper som skårer høyt i pretesten?

For å finne svar på spørsmålet analyserte jeg forsøksgruppen prosentvis poenggjennomsnitt.

Svakeste: 0-25 % riktig besvarte oppgaver.

Sterkeste: 75-100% riktig besvarte oppgaver.

Jeg gjorde følgende prosentinnndeling:

Procentiler	Kjønn	Pretest Samlet	Posttest Samlet	Pretest Problem- løsning	Posttest Problem- løsning	Pretest Add. – komb.	Posttest Add.- komb.
0-25%	Jenter	5.5	11.5	2.5	2.5	3.0	9.0
Gr.1	Gutter	10.0	14.0	4.0	5.5	6.0	8.5
25-50%	Jenter	13.0	23.0	4.0	4.0	9.0	19.0
Gr.2	Gutter	15.0	18.0	4.5	5.0	10.5	13.0
50-75%	Jenter	26.0	25.5	4.0	5.25	22.0	20.25
Gr.3	Gutter	22.0	24.0	4.0	5.0	18.0	19.0
75-100%	Jenter	36.33	36.0	4.33	5.33	32.0	30.67
Gr.4	Gutter	35.6	36.8	5.2	5.4	30.4	31.4

Tabell 8: Forsøksgruppens resultater; inndelt i procentiler.

De svakeste jentene viser helt klart den største forbedringen fra pre- til posttest, hvor de går fram med over 100 % flere løste oppgaver ved posttest på den samlede testen. I deltesten Addisjonskombinasjoner går de fram med 200 %, fra 3 til 9 riktig løste oppgaver. Det er også tydelig at de nest svakeste jentene har gått betydelig fram; fra 13 til 23 riktig løste oppgaver ved posttest. De som har minst endring fra pre- til posttest er jenter og gutter i den gruppen som skårer høyest ved pretest. De har ubetydelige endringer. De gruppene som har hatt en liten tilbakegang, er jenter i gruppe 3 (50-75% riktig) og jenter i gruppe 4 (75-100% riktig).

4.4 Presentasjon av resultater; gutter og jenter

4.4.1 Hvordan fordeler gutter og jenter seg i undersøkelsen?

Tabellen under viser gjennomsnittet for jenter og gutter i den samlede testen.

Gjennomsnitt for jenter og gutter i undersøkelsen Pretest og posttest			
Kjønn		Pretest	Posttest
Jenter	Mean	21.61	22.44
	N	36	36
	Std. Deviation	10.412	10.718
Gutter	Mean	20.60	19.33
	N	30	30
	Std. Deviation	10.074	10.930
Total	Mean	21.15	21.03
	N	66	66
	Std. Deviation	10.194	10.844

Tabell 9: Deskriptive data for antall elever (N, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD)

Er det signifikante forskjeller mellom gutter og jenter?

Forskjellene mellom gutter og jenter er ikke signifikante. Forskjellene er for små til at jeg kan si at jenter og gutter har prestert ulikt i undersøkelsen. Det er imidlertid interessant å se at jentene har økt gjennomsnittet sitt med 0.83 løste oppgaver ved posttest, mens guttene har gått tilbake med 1.27 løste oppgaver. Dette er allikevel ikke nok til å kunne gi et signifikant resultat. Jeg ønsker å se hvordan resultatene fordelte seg på kjønn i ulike gruppene på trinnet; her presentert gjennom procentiler som i tabell 8.

Procentiler	Kjønn	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
		Forsk.gr.	Forsk.gr.	Ko.gr.1	Ko.gr.1	Ko.gr.2	Ko.gr.2
0-25% Gr.1	Jenter	5.5(2)	11.5	-----	-----	9.2(5)	9.2
	Gutter	10.0(2)	14.0	7.5(4)	6.5	10.33(3)	9.33
25-50% Gr.2	Jenter	13.0(1)	23.0	15.83(6)	16.0	13.67(3)	14.0
	Gutter	15.0(2)	18.0	14.0(1)	6.0	19.0(4)	16.5
50-75% Gr.3	Jenter	26.0(4)	25.5	26.33(3)	28.67	24.33(3)	30.0
	Gutter	22.0(2)	24.0	25.67(3)	22.33	27.0(2)	17.0
75-100% Gr.4	Jenter	36.33(3)	36.0	35.25(4)	30.5	33.0(2)	35.0
	Gutter	35.6(5)	36.8	32.0(1)	22.0	32.0(1)	35.0

Tabell 10: Oversikt over gjennomsnittspoeng for alle 3 gruppene.

Inndelt i procentiler. Antall elever i paranteser.

Forsk=forsøksgruppe, Ko=kontrollgruppe

Kommentar til tabellen:

Jentene i forsøksgruppen viser størst fremgang, dette gjelder gr.1 (0-25 %) og gr.2 (25-50 %), altså de svakeste ved pretest. Kontrollgruppe 1 har ingen jenter i de svakeste gruppen, mens de har en gutt som skårer svært dårlig i posttest forhold til pretest. Jeg er ikke sikker på hva dette skyldes. Jeg har ikke kontroll på alle individuelle variasjonene som finnes innenfor gruppene. Jeg kan først og fremst si noe om smågrupperinger innenfor gruppene og gruppene sett opp mot hverandre. Alle tre gruppene har elever som trenger ekstra hjelp og støtte i forbindelse spesielle vansker, disse elevene er alle med i undersøkelsen. Alle jenter i gruppe 3 (50-75%) har alle gått fram, bortsett fra jenter i forsøksgruppen. Alle jentene i kontrollgruppe 2 har gått fram, mens guttene har gått tilbake, bortsett fra de beste guttene.

4.5 Presentasjon av resultater; alle gruppene på 2.trinn

4.5.1 Gjennomsnitt for gruppene. Addisjonskombinasjoner og problemløsning

Report					
		Pretest Addisjonskom binasjoner	Posttest Addisjonskom binasjoner	Pretest Problem løsning	Posttest Problem løsning
Gruppe123	Mean	4.14	5.00	20.00	21.33
	N	22	22	21	21
	Std. Dev iation	1.490	1.069	10.835	9.462
Kontrollgr. 1	Mean	4.73	4.09	16.55	15.23
	N	22	22	22	22
	Std. Dev iation	1.077	1.477	9.465	10.028
Kontrollgr.2	Mean	4.43	3.78	13.78	14.09
	N	23	23	23	23
	Std. Dev iation	1.619	1.380	7.687	9.155
Total	Mean	4.43	4.28	16.68	16.77
	N	67	67	66	66
	Std. Dev iation	1.417	1.401	9.571	9.924

Tabell 11: Deskriptive data for antall elever (N), minimumskåre, maksimumskåre, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

Addisjonskombinasjoner: Kontrollgruppe 1 har gått tilbake med 1.32 og kontrollgruppe 2 har gått fram med 0.31 løste oppgaver på 3 ½ minutter. Forsøksgruppen har øket minimum løste oppgaver fra 2 til 5, mens kontrollgruppene har det samme minimum. Maksimum er uendret, bortsett fra at den ene kontrollgruppen har økt sin maksimum fra 28 til 32. Standardavviket i forsøksgruppen har minket med 1.373, mens det på kontrollgruppene har økt med 0.563 i kontrollgruppe 1 og 2.237 i kontrollgruppe 2.

Problemløsningstesten hadde totalt 6 oppgaver. Elevene skulle løse flest mulig av oppgavene i løpet av 5 minutter. Gjennomsnittet for forsøksgruppen har gått opp med 0.86 flere løste oppgaver på 5 minutter eller ca. 14 % økning. Kontrollgruppe 1 har gått tilbake med 0.64 eller ca. 11%. Kontrollgruppe 2 har gått tilbake med 0.65 eller ca. 11%. Det er viktig å presisere at problemløsningsoppgavene *alene* er ikke valide nok for undersøkelsen, fordi antall oppgaver er for lavt; bare 6 oppgaver. Allikevel er det interessant å se at forsøksgruppen har økt gjennomsnittet sitt med over 14% fra pretest til posttest. Det betyr at flesteparten av elevene har greid å løse nesten 1 oppgave mer. Kontrollgruppen har gått ca. 11% tilbake.

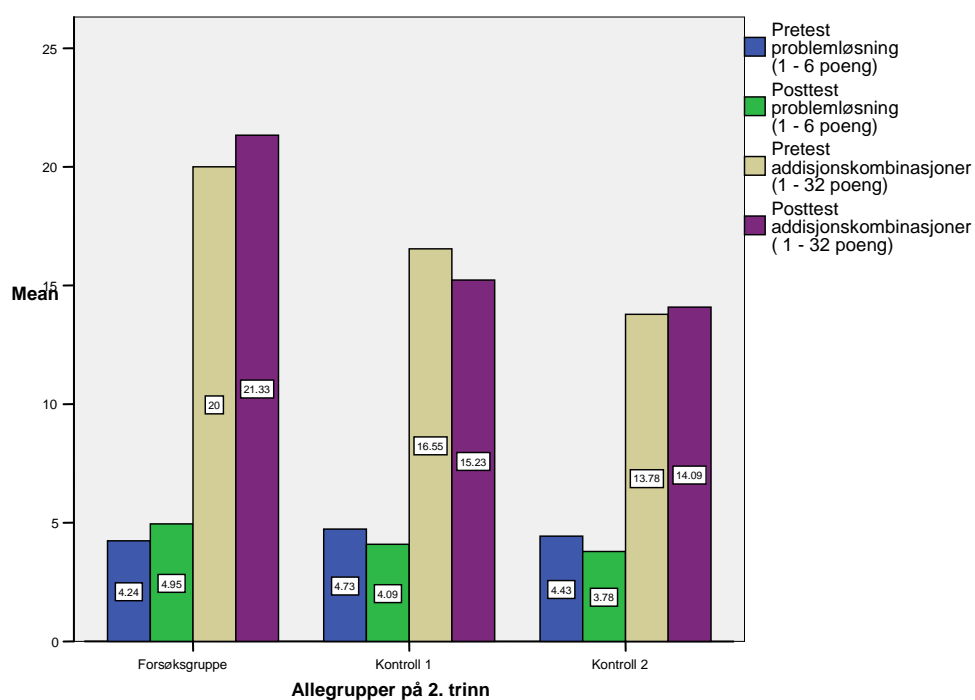


Fig. 8: Grafisk framstilling av gruppene ved pretest og posttest (deltester)

4.5.2 Gjennomsnitt for gruppene ved pretest og posttest

Gjennomsnitt for alle gruppene på 2. trinn Pretest og posttest			
Grupper 2. trinn		Pretest	Posttest
Forsøksgruppe	Mean	24.24	26.29
	N	21	21
	Std. Deviation	11.441	9.946
Kontroll 1	Mean	21.27	19.32
	N	22	22
	Std. Deviation	10.096	10.913
Kontroll 2	Mean	18.22	17.87
	N	23	23
	Std. Deviation	8.522	10.204
Total	Mean	21.15	21.03
	N	66	66
	Std. Deviation	10.194	10.844

Tabell 12: Deskriptive data for antall elever (N), minimumskåre, maksimumskåre, gjennomsnitt (Mean) og standardavvik (SD).

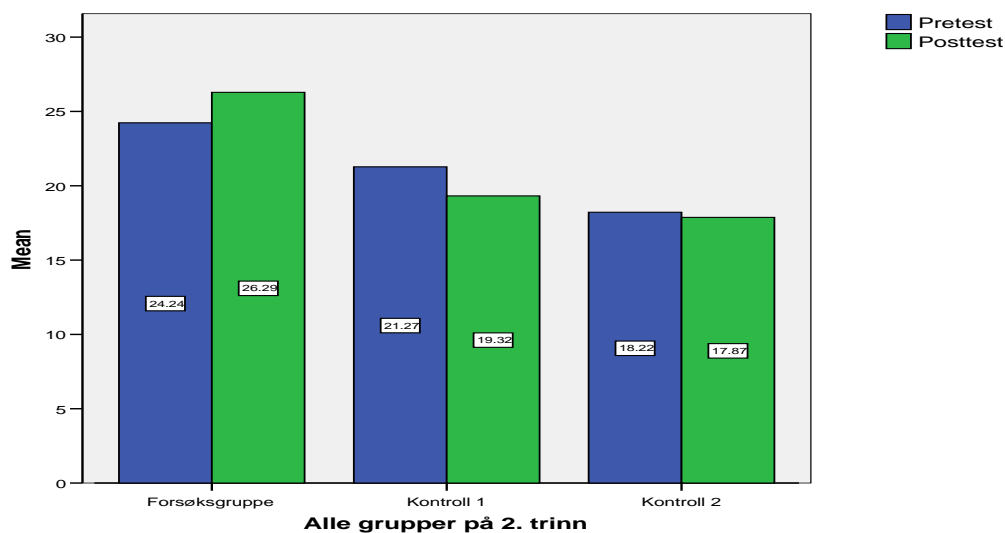


Fig. 9: Grafisk framstilling av alle gruppene ved pretest og posttest

Resultatet viser den samlede test. Framstillingen viser en tydelig framgang hos forsøksgruppen ved pretest. Kontrollgruppe 2 har gått mest tilbake, mens kontrollgruppe 3 har en svært liten tilbakegang.

Forskjell på gruppenes gjennomsnitt

Jeg ønsket å se på de tre gruppenes resultater samtidig og brukte ”enveis analyse av variansen” eller One-way analysis of variance (ANOVA) (Johannessen, 2003) for å analysere dette. Tabell nedenunder sammenligner gruppene med hverandre.

Multiple Comparisons

Scheffe

Dependent Variable	(I) Gruppe123	(J) Gruppe123	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Samlede pretest	Forsøksgruppe	Forsøksgruppe					
		Kontrollgr 1	2.965	3.064	.628	-4.72	10.65
		Kontrollgr.2	6.021	3.032	.148	-1.58	13.62
	Kontrollgruppe 1	Forsøksgruppe	-2.965	3.064	.628	-10.65	4.72
		Kontrollgr 1					
		Kontrollgr.2	3.055	2.995	.597	-4.45	10.57
	Kontrollgruppe 2	Forsøksgruppe	-6.021	3.032	.148	-13.62	1.58
		Kontrollgr 1	-3.055	2.995	.597	-10.57	4.45
		Kontrollgr.2					
Samlede posttest	Forsøksgruppe	Forsøksgruppe					
		Kontrollgr 1	6.968	3.162	.097	-.96	14.90
		Kontrollgr.2	8.416*	3.129	.033	.57	16.26
	Kontrollgruppe 1	Forsøksgruppe	-6.968	3.162	.097	-14.90	.96
		Kontrollgr 1					
		Kontrollgr.2	1.449	3.091	.896	-6.30	9.20
	Kontrollgruppe 2	Forsøksgruppe	-8.416*	3.129	.033	-16.26	-.57
		Kontrollgr 1	-1.449	3.091	.896	-9.20	6.30
		Kontrollgr.2					

*. The mean difference is significant at the .05 level."

Tabell 13: Sammenhenger mellom alle gruppene

Da jeg sammenlignet forsøksgruppen og kontrollgruppe 1 fant jeg ingen signifikante sammenhenger i resultatene. I sammenligningen mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen 2 fant jeg derimot et signifikansnivå på .033.

5. Drøfting og konklusjon

I dette kapitlet drøfter jeg analysen av testresultatene ut fra teorien som ligger til grunn for hypotese og problemstilling. Resultatene fra analysen danner grunnlaget for drøftingen, derfor følger en oppsummering av disse innledningsvis. Punktene i oppsummeringen henger sammen med forskningsspørsmålene i problemstillingen.

5.1 Oppsummering av de analyserte resultatene

Forskningsspørsmål 1:

Sammenhengen mellom gruppenes resultater i pretest og posttest når det gjelder løsningshastighet av kombinasjonene; hvor stor er evt. denne og er den signifikant?

Er det noen sammenheng mellom pretest Addisjonskombinasjoner 1 og posttest Addisjonskombinasjoner 2 som tester hvor mange addisjonskombinasjoner elevene greier å løse på 3 ½ minutter. En eventuell forskjell mellom pre- og posttest er med på å si noe om løsningshurtighet og effekt av automatisering for gruppene. Resultatet viste en gjennomsnittsforskjell på 6.69 poeng i forsøksgruppens favør. Det vil si at denne gruppen løste ca. 6 ½ oppgaver mer enn kontrollgruppen ved posttest. Resultatet er signifikant.

Forskningsspørsmål 2:

Sammenhengen mellom gruppenes resultater i pretest og posttest når det gjelder besvarelse av problemløsningsoppgavene; hvor stor er evt. denne og er den signifikant?

Pretest Problemløsning 1 og posttest Problemløsning 2 tester forsøks – og kontrollgruppens anvendelse av matematikk. Dette viste en gjennomsnittsforskjell på 1.07 flere løste oppgaver i forsøksgruppens favør. Det vil si at denne gruppen løste ca. 1 oppgave mer enn kontrollgruppen ved posttest.

Resultatet viser signifikans ved posttest, men jeg legger allikevel ingen vekt på dette fordi testreliabiliteten er for svak. Jeg fant også ut at elevene hadde størst vansker med tekstoppgaver som hadde problemstrukturen ”compare”. Vanskene kom til syne i både forsøks- og kontrollgruppen, men aller mest i kontrollgruppen ved posttest. Tekstoppgaver med begrepet ”færre” var aller vanskeligst.

Forskningsspørsmål 3:

Sammenhengen mellom gruppenes resultater i en samlet pretest og posttest; hvor stor er evt. denne og er den signifikant?

Undersøkelsens pretest (Addisjonskombinasjoner 1 + Problemløsning 1) og posttest (Addisjonskombinasjoner 2 + Problemløsning 2) tester forsøks- og kontrollgruppens gjennomsnittlige forskjeller på en samlet test. Denne viste en forskjell på 7.71 poeng ved posttest i forsøksgruppens favør. Det vil si at denne gruppen løste ca. 7 ½ oppgave mer enn kontrollgruppen ved posttest. Resultatet er signifikant.

Forskningsspørsmål 4:

Hvem har størst forskjell fra pretest til posttest i forsøksgruppen, - elevgrupper som skårer lavt i pretesten eller elevgrupper som skårer høyt i pretesten?

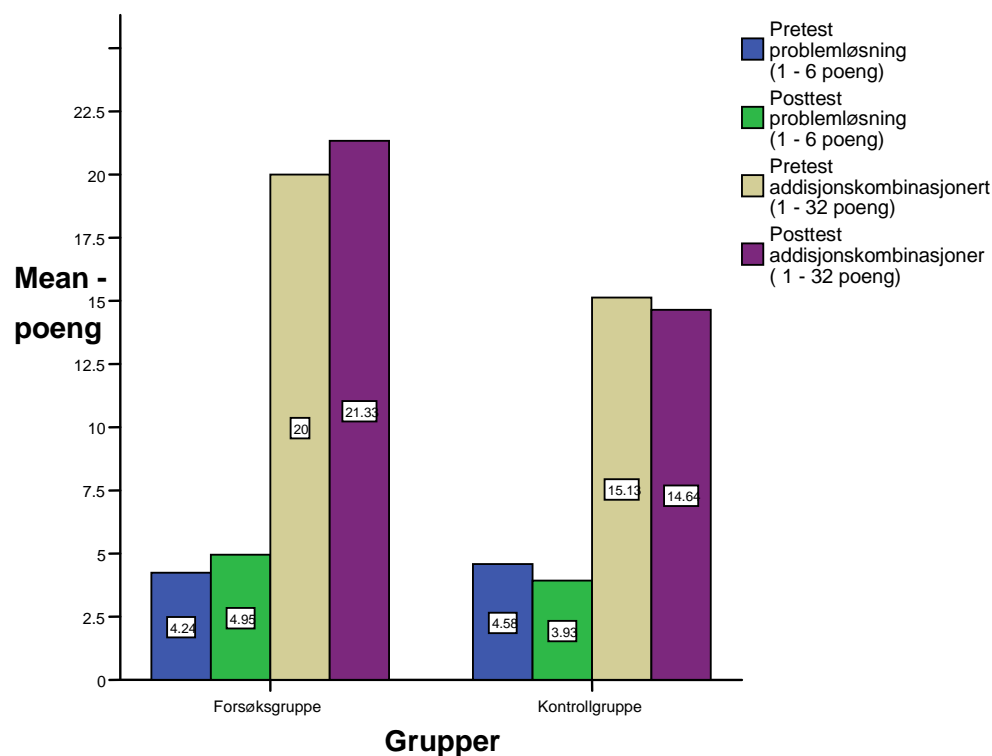
De svakeste jentene i forsøksgruppen viser helt klart den største forbedringen fra pre- til posttest, hvor de går fram med over 100 % flere løste oppgaver ved posttest på den samlede testen. I deltesten Addisjonskombinasjoner går de fram med 200 %, fra 3 til 9 riktig løste oppgaver. Jentene i den nest svakeste gruppen går også betydelig fram.

Forskningsspørsmål 5:

Er det noen forskjell på gutter og jenter?

Forskjellene mellom gutter og jenter i undersøkelsen er ikke signifikante. Forskjellene er for små til at jeg kan si at jenter og gutter har prestert ulikt i undersøkelsen. Jentene har økt gjennomsnittet sitt med 0.83 løste oppgaver ved posttest, mens guttene har gått tilbake med 1.27 løste oppgaver. Dette er allikevel ikke nok til å kunne gi et signifikant resultat. Den gruppen som har høyeste forskjell mellom pre- og posttest er jenter i forsøksgruppen som presterte svakest i pretest, samt den gruppen jenter som presterte nest svakest i pretest.

Resultatet kan også fremstilles grafisk. Histogrammet nedenunder viser utviklingen hos forsøks- og kontrollgruppen for forskningsspørsmål 1 og 2; sammenligninger av gjennomsnittet ved pre- og posttest i Addisjonstesting (løsningshurtighet) og Problemløsning (anvendelse av matematikk). Fig. 7 viser grafisk framstilling av resultat av forskningsspørsmål 3; sammenligninger mellom samlet pre- og posttest for forsøksgruppe og kontrollgruppe.



Figur 10: Grafisk framstilling av utviklingen for forsøks- og kontrollgruppen i løsningshurtighet og problemløsning.

5.1.1 Mulige årsaker til forskjellene

Kleven (2002) mener at det alltid må stilles spørsmål omkring signifikansen. Hvor sikkert er det at det i det hele tatt er noen sammenheng mellom x og y?

I mitt tilfelle må jeg stille spørsmålet: Hvor sikkert er det at det er noen sammenheng mellom gruppenes pretest og posttest? Og endelig: Er det sikkert at det er noen sammenheng mellom trening på addisjonskombinasjoner og styrket automatisering i addisjon? Resultatene peker i retning av en sammenheng som er ganske klar.

Er det tilstrekkelig å vise til forskning som viser til at trening av ferdigheter fører til automatisering av disse? Fra teorikapitlet 2.4. viser jeg til Tronsky & Royer (2003) som sier at arbeidsminneressurser er involvert under trening av aritmetisk kunnskap. Undersøkelser viser at det *er* en svært redusert bruk av minneressurser under trening av aritmetisk kunnskap når retrieval-strategi er i bruk, - noen ganger er ressursbruken redusert til null. Andre som viser til at trening av ferdigheter fører til automatisering, er Askew & William (1995) som sier at å lære utenat og si høyt/messe (chanting) resulterer i automatisering. Kanskje er det slik at forsøksgruppens trening gjennom korlesing er det som har ført til at det har blitt et signifikant resultat ved posttestmålingene?

Hvilke andre årsaker til forskjellene kan det da være? I validitetskapittelet 3.6. peker jeg på lærernes tette jobbing som en styrke for likhet i gruppene. Tror allikevel noe av årsaken kan ligge i det engasjementet som et ekstraordinært treningsopplegg medfører. Tror også at formen, det at elevene har felles fokus på et punkt over et kortere tidsrom, gjør at det er lettere å holde konsentrasjonen. Dette fellesfokuset hadde ikke kontrollgruppen. At gruppene ikke er tilfeldig valgt og at forsker er tilknyttet skolen kan være med til å påvirke forskjellene. Det holder altså ikke å bare linke forskjellene til teoretiske undersøkelser som sier noe om at trening på ferdigheter gir økt styrke i automatisering av ferdigheter.

Testen som måler i hvilken grad elevene kan anvende matematikken i problemløsningsoppgaver, viser at kontrollgruppen gjør det bedre i pretesten, men ved posttest har forsøksgruppen gått fram og kontrollgruppen tilbake. De svake elevene har vist stor framgang i den samlede test, men også i deltesten Problemløsning; her gikk alle elevene i forsøksgruppen fram, både gutter og jenter, men aller mest gutter. Jenter er jevnt over bedre lesere enn gutter, derfor er det bra å se at det var guttene som gikk mest fram. Jeg gjør meg tanker om det kan være innholdet i tekstene som motiverte til løsning av oppgavene. Noen av oppgavene handlet om fotballresultater, det er ofte interessant for gutter. Oppgavene handler i stor grad om å forstå det semantiske innholdet i oppgavene. Her hadde jeg brukt problemstrukturene change-combine-compare. Besvarelsene for begge gruppene bærer preg av den antatte vanskelighetsgraden disse strukturene hadde. At elevene hadde mest vansker med å forstå oppgavene hvor begrepet ”færre” var involvert, kan forstås som at dette er et begrep som det er arbeidet for lite med på trinnet. I dagligspråket vårt bruker vi kanskje begrepet ”flere” langt oftere enn ”færre”. Kanskje er elevene bedre kjent med begrepet ”mindre”? Kanskje er det slik at foreldre og lærere er for lite språkbevisste og tydelig på å bruke de riktige begrepene? Dette er sammenfallende med Hughes (1986) som mener at det å ha god begrepsforståelse ser ut til å være avgjørende for å kunne løse problemløsningsoppgaver, samt Verschaffel & De Corte (1997) som sier at det kan se ut til at elevene har vansker med å knytte sin egen formelle kunnskap til den virkelige verden. Nyborg (1985) sier om begrepsdannelsen, at det er nyttig å lære addisjonskombinasjonene til et automatisert nivå, men at den er høyst utilstrekkelig hvis ikke kombinasjonene er lært med en begrepsmessig forståelse som kan tjene til å løse regneproblemer. Jeg mener Nyborgs teori viser hvor viktig det er med grundig begrepsinnlæring i matematikkfaget. Uten at man lærer begrepene godt er det vanskelig å få utbytte av trening med tanke på styrket automatisering av addisjonskombinasjonene, og uten denne treningen vil sannsynligvis problemløsningsoppgavene gå tregere og elevene vil oppleve mindre flyt i regningen (Løwing & Kilborn, 2003).

Forskjellene mellom gruppene kan forklares med at forsøksgruppen ved posttest hadde øvet addisjonskombinasjoner i 6 uker og var trygg på disse, de kunne dermed bruke mye av energien på å forstå problemstrukturene i stedet. Forklaringen er i så måte sammenfallende med Løwing & Kilborn (2003) som sier at etter hvert som elevene behersker addisjonskombinasjonene, går de over fra å være *objektet* for undervisningen til å *utgjøre forkunnskaper* til den skriftlige regningen. (Se kap 2.5 og 2.6). Denne forklaringen vil i så fall være en direkte konsekvens av treningen. Kan man *da* si at det er en tilfeldighet at forsøksgruppen greier å løse 7 ½ oppgaver mer enn kontrollgruppen ved posttestmåling?

Kontrollgruppen hadde flere feilsvar. Dette kan komme av at forsøksgruppen, som hadde 6 ukers trening bak seg, allerede ved posttest hadde fått mer sikker kunnskap om addisjonskombinasjonene. Hvis kombinasjonene ved posttest var i ferd med å bli automatiserte, betyr det sannsynligvis at forsøksgruppen hadde en lettere prosessering under løsningen av kombinasjonene. Dette er sammenfallende med Geary (1994), som mener at frigjøringen av arbeidsminneressurser gjør at prosesseringen av andre framtrepende problem blir lettere og mindre berammes av feil.

5.1.2 Konklusjon

Problemstillingen var følgende:

”Kan hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrke elevenes automatisering i addisjon?”

Innledningsvis hadde jeg en forutinntatt hypotese om at det *er* en signifikant forskjell ved posttest mellom forsøksgruppen, som har fått 6 ukers trening på addisjonskombinasjonene, og kontrollgruppen, som har hatt ordinær undervisning uten ekstra trening. Jeg begrunnet min antakelse i bl.a. Ellis et al. (1993) som sier at automatisering av kunnskaper og ferdigheter er en sentral faktor i læringsprosessen fordi kunnskaper som utføres automatisk frigir

ressurser for andre oppgaver. Jeg mente dette gjelder både for antall riktige svar i problemløsningsoppgavene (anvendning av matematisk kunnskap) og antall løste addisjonskombinasjoner (løsningshastighet). Det kan se ut til at resultatet peker i retning hypotesen min. Det er allikevel usikkerhetsmomenter i undersøkelsen min som gjør at det ikke kan trekkes sikre konklusjoner, eksempelvis at utvalget er ikke-tilfeldig. Dette gjorde at jeg hadde behov for en null-hypotese:

”Etter 6 ukers trening på addisjonskombinasjoner viser pre- og posttest ingen signifikant forskjell på forsøksgruppen og kontrollgruppen”

Til tross for usikkerhetsmomenter, velger jeg å forkaste nullhypotesen. Det medfører at jeg må akseptere min først antatte hypotese som sier at det *er* en signifikant forskjell ved posttest mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen. Jeg begrunner valget med *flere* signifikante funn i undersøkelsen. Usikkerheten ved mitt valg dreier seg om hvor vidt jeg har gjort en Type 1-feil; altså forkastet null-hypotesen og det allikevel ikke er noen signifikant forskjell mellom gruppene. Da har jeg sannsynligvis oversett trusler som er forbundet med undersøkelsen.(se kap 3.6.). Usikkerheten ligger også i hvorvidt det er mulig å måle automatisering. Jeg har støttet meg til Lund (2002) som sier at vi ikke kan observere begreper (automatisering), men vi kan observere forhold som vi tar som tegn på det. Forsøksgruppen hadde bedre resultater enn kontrollgruppen, samt at forskjellene mellom gruppene var signifikante. På dette grunnlaget mener jeg å kunne si at treningen har styrket automatiseringen.

Jeg ønsket å ta inn momentet om indre tale fordi jeg mente det kanskje kunne knyttes til korlesing som metode under treningen. Jeg begrunnet det i Baddeley (1986) og Ostad (2003) som mener at det å si tallkombinasjonene høyt, kan være med å styrke den indre talen som i neste omgang kan spille en rolle sentral rolle som framhentingsredskap av tidligere innlærte kunnskaper. Jeg tror at korlesing kan være med å styrke den indre talen som skal være redskapet som fører til framhenting av kunnskap i forbindelse med problemløsnings-

oppgavene. Gjennom korlesing som metode settes det fokus på det som skal trenes på (addisjonskombinasjonene), dette kan i nest omgang være med på å lette framhenting av kunnskapene. Jeg tror også at operasjonaliseringen og lærerens grundige arbeid med å gjøre treningen til en positiv aktivitet, er av stor betydning for resultatet. Læreren brukte tydelig og sakte tale under treningen på kombinasjonene, noe som kan ha hjulpet elevene på veien mot automatisering av kunnskap, som igjen skal være en del av framhentingsredskapet når problemløsningsoppgavene skal løses.

Til tross for alle faktorer som truer undersøkelsens validitet, mener jeg den statistiske slutningen blir *at* det hjelper med trening av addisjonskombinasjoner for å oppnå en styrket automatisering i addisjon. Det som ligger til grunn for slutningen er først og fremst målingene som førte fram til et signifikant resultat. Mulige årsaker til forskjellene er omtalt over. Når det gjelder muligheten for å kunne gjøre generaliseringer, vil jeg bare kunne gjøre dette til egen skole. Hvis undersøkelsen skal gjøres generaliserbar for flere enn de som er med i undersøkelsen, må det gjøres ytterligere undersøkelser på området med flere typer tester. Utvalget bør være tilfeldig og treningsperioden noe lengre.

6. Hva betyr resultatene?

”Kan hyppig trening på addisjonskombinasjoner styrke elevenes automatisering i addisjon?” er oppgavens problemstilling.

I forskningsspørsmålene mine, hadde jeg fokus på å finne interessante sammenhenger mellom forsøksgruppen og kontrollgruppen ved pre- og posttest. Forsøksgruppen løste 7 ½ oppgaver flere enn kontrollgruppen ved posttest. Resultatet var signifikant. Jeg betegner derfor dette som et hovedfunn i undersøkelsen til tross for at det er vanskelig å måle automatisert kunnskap og hvorvidt elevene benytter seg av retrieval-strategier. Jeg kan kun forholde meg til tegn som sannsynliggjør automatisk framhenting av kunnskap.

Med utgangspunkt i disse funnene, kan det se ut til at det var nyttig å trene addisjonskombinasjoner med tanke på at disse skulle kunne automatiseres etter hvert. Det var også tydelige funn på at jentene i de to svakeste grupperingene i forsøksgruppen hadde størst nytte av treningen. De hadde en forbedring på over 100 %. Undersøkelsen hadde en svak tak-effekt. Jeg målte ikke tiden til de sterkeste som løste alle kombinasjonene både ved pre- og posttest. Jeg kan derfor ikke si noe om denne gruppens eventuelle økning av løsningshastighet. De fleste elevene i forsøksgruppen hadde framgang i antall riktig besvarte oppgaver fra pre- til posttest. Jeg mener derfor at treningen var nyttig for de fleste elevene i forsøksgruppen.

6.1 Opplevelsen av trening

I intervjuet med lærer for forsøksgruppen spurte jeg om hvordan hun trodde at elevene opplevde treningen og testingen. Hun sa at å holde oppmerksomheten mot kombinasjonene gikk greit for de aller fleste elever. Hvis noen datt ut eller snudde seg bort fra fokus, syntes hun det var lett å hente inn disse. Det at alle ansiktene var vendt mot et felles punkt, gjorde treningen mer effektiv. Dette gjorde også at det var lett å se hvem som snudde seg bort fra fokus. Hun mente

også at 3-4 minutter med intensivt fokus på addisjonskombinasjonene var et tidsrom som de aller fleste elever kunne greie.

Om hennes inntrykk av elevenes opplevelse av treningsopplegget: Elevene var motiverte for oppgaven både i trenings- og testsituasjon. Noen ganger var hun i ferd med å glemme dagens siste treningsøkt, men da var det alltid noen av elevene som minnet henne på dette. Hun hadde inntrykk av at elevene likte å treningen. Hun hørte aldri at elever sa at det var kjedelig, og mente at tidsrommet på 6 uker ikke var for lenge. Hun mente at motivasjonen dreide seg om elevenes ønske om å bli bedre og at de følte at de hadde framgang i å løse addisjonskombinasjoner. Å ha første økt tidlig om morgenen var en spesielt hensiktsmessig læringssituasjon. Da var elevene opplagte og det var lettere å holde fokus på kombinasjonene.

6.2 Pedagogiske konsekvenser

Utgangspunktet for undersøkelsen og en hovedbegrunnelse for å gjøre denne undersøkelsen kom gjennom mitt arbeid som lærer på en barneskole, hvor diskusjonene gikk om verdien av å automatisere matematisk kunnskap. Spørsmålene dreide seg ofte om hvilken faglig verdi automatisering av lærestoff har i forhold til tidsbruken. Vi følte oss i et dilemma; hvor mye tid skulle vi avsette til trening av fagkunnskap som forhåpentligvis fører til automatisering av kunnskapen? Etter at resultatene foreligger, mener jeg at jeg har holdepunkter for å si at lærerne bør avsette 3-4 minutter 2 ganger daglig for trening av kunnskaper som vi ønsker at elevene skal automatisere, for eksempel addisjon-, subtraksjon-, eller multiplikasjonstabeller. 7-8 minutter pr. dag er dessuten svært liten tid av en hel skoledag. Løwing & Kilborn (2003) sier at i løpet av de første skoleårene bør addisjonskombinasjonene være automatiserte. Dette vil hjelpe elevene til ”flyt” i regneoperasjonene. Holm (2002) mener at effektiv øvelse innebærer en høy konsentrasjon og at hyppige og korte repetisjoner er mer effektfulle enn lange og sjeldne. Utsagn som dette mener jeg må føre til at vi legger inn noen minutters daglig trening av

tallkombinasjoner og tabeller. Forskning om tema er grundig dokumentert, noe som bør føre til at vi slipper å komme i et dilemma om tidsbruken.

Skolene er opptatt av gode resultater. Et tiltagende press for å prestere best mulig på nasjonale prøver i matematikk, ikke minst fordi vi ønsker at Norge skal høyt opp på rankinglistene i Pisaundersøkelsene, er viktig for skolene. 3-4 minutters daglig trening på addisjonskombinasjoner for å styrke automatisering i addisjon kan muligens være en god og lite tidkrevende investering i denne sammenheng.

6.2.1 Spesialpedagogiske konsekvenser

At lite hensiktsmessig strategibruk kan føre til tungvinte løsninger og mindre flyt i regneprosedyren, er vel noe alle lærere kjenner til. Dette fører ofte til frustrasjon blant elevene, spesielt hos elever med uttalte vansker i matematikk. Angst for matematikkfaget og motløshet i matematikktimene kan bli resultatet. Lunde (1994) mener at en konsekvens av dårlig automatisering, bl.a. av addisjonstabellene er at alt må regnes ut fra begynnelsen av hver gang, og elevene ikke lærer av feilene han gjør. Kanskje den vanligste formen for vansker i de lavere klassetrinn, og setter i gang spredning av angst og redusert selvbylde.

Det er viktig å kjenne til at automatisering ofte er vanskeligere for elever med matematikkvansker. Ostad (1999) mener at det kan se ut som om elever med matematikkvansker ikke greier å nyttiggjøre seg av retrieval- strategier, de må i stedet benytte back-up strategier for å komme fram til svaret. De som har vansker trenger vår hjelp til å organisere lærestoffet.

Før en starter trening av addisjonskombinasjoner, er det viktig at lærer forsikrer seg om at elevene kan de grunnleggende matematiske begreper og kan vise at de har forstått disse. Et eksempel på dette er at mengdebegrepet er godt innøvd, slik at elevene kan koble f.eks. mengden fem med symbolet 5. Geary (1994) sier at svake elever husker ”feil” oftere. Ved å hjelpe elevene til å huske flest

mulig addisjonskombinasjoner utenat, er vi med på å bygge opp sikre basiskunnskaper hos elevene.

En annen pedagogisk konsekvens er at trening på addisjonskombinasjoner med tanke å styrke automatisering i addisjon bør starte så fort som mulig, senest vårhalvåret i 2. trinn. Rundt juletider har de aller fleste elever fått en god forståelsen av mengdebegrepet, de er brukbare lesere av enkle tekster og skjønner prinsippet med addisjon.

Holm (2002:87) sier at ”Nøkkelen til automatisering er uttvilsomt praktisering og øvelse”. Da trenger vel ikke vi som lærere lenger å tvile på hva som er mest riktig å gjøre; vi kan ta på alvor ordtaket ”Øvelse gjør mester!”

6.3 Videre arbeid med prosjektet

Treningen har vært positivt mottatt på skolen. Jeg har allerede laget et lite opplag av hefter til lærerne ved skolen. Flere lærere ønsket å bruke heftene, også de som arbeider på 3. og 4. trinn. To av spesped-lærerne bruker heftene med enkeltelever. Jeg har laget miniutgaver av heftene hvor jeg har tatt ut de doble kombinasjonene og laget et eget hefte med disse. Miniheftene er også beregnet for hjemmebruk. Elever som sliter med aritmetiske basisferdigheter, får med seg hefter hjem. En veiledning til foreldrene følger med heftene. Veiledningen sier litt om hvilket treningsmateriale dette er, hvorfor det er ønskelig at de trener sammen med barnet sitt og hvordan treningen bør foregå (vedlegg 9). Kontrollgruppen starter trening i juni og skal fortsette med dette til høsten. I september skal jeg ta oppfølgingstest av gruppene.

Kildeliste

- Abrahamsen, M 2007, Forelesningsnotater, UIO.
- Alseth, B 1998, *Matematikk på småskoletrinnet*, Oslo, Nasjonalt Læremiddelsenter.
- Anghileri, J 2000, *Teaching Number Sense* , London: Continuum
- Askeland, M 2004, *Med indre tale som pedagogisk verkemiddel: grunnleggjande multiplikasjonsopplæring i lydbasert perspektiv*. Stavanger: M. Askeland.
- Askew, M. & William, D 1995, *Recent research in mathematics education 5-16*, London: HSMO
- Baddeley, A. D 1986, *Working memory*. Oxford: Clarendon Press
- Baroody, A.J., & Dowker, A 2003 *The development of arithmetic concepts and skills: constructing adaptive expertise*, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Befring, E 2002, *Forskningsmetode, etikk og statistikk*. Oslo: Det Norske Samlaget.
- Befring, E. & Tangen, R. (red.) 2005, *Spesialpedagogikk*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Bråten I 1999, *Strategisk læring. Teori og pedagogisk anvendelse*, Oslo: Cappelen Akademiske Forlag.
- Browne, N.B., Jungè J.A. and Scholl, B. J 2005, The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*. Vol.134, No.4, s. 552-564.
- Breteig, T & Venheim R 2001, *Matematikk for lærere 1*. Oslo: Univeritetsforlaget.
- Cappelen Forlag (red.) 2004, *Caplex Leksikon*. Oslo: 2004
- Carpenter, T.P., & Moser, J. M 1983, The development of addition and subtraction problem skills. I: *Addition and subtraction: a cognitive perspective*. T.P.

- Carpenter, J. M. Moser & T. Romberg (Eds.) , Hillersdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Cowan, P 2006, Teaching mathematics. A handbook for primary and secondary school teachers. London: New York Routledge.
- Cumming, J.J. & Elkins, J 1999, Lack of automaticity in the basic addition facts as a characteristic of arithmetic learning problems and instructional needs. I: *Mathematical Cognition*, 5 (2), 149-180.
- Den Nasjonale Forskningsetiske Komitè for Samfunnsvitenskap Og, H. & Kalleberg, R 2006, *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*, Oslo: Forskningsetiske komiteer.
- Ellis, H.C., Hunt, R.R. & Ellis, H. C 1993, *Fundamentals of cognitive psychology*. Madison, Wis: Brown & Benchmark
- Everett, E.L. & Furseth I 2004, *Masteroppgaven: hvordan begynne - og fullføre*, Oslo: Universitetsforlaget.
- Geary, D. C 1994, *Children`s mathematical development: research and practical applications*, Washington, DC: American Psychological Association.
- Hatano, G 1997, Learning arithmetic with an abacus. I: *Learning and teaching mathematics. An International Pespective*, T. Nunes & Bryant P. (edit.), United Kingdom: Biddles Ltd.
- Hjardemaal, F., Tveit, K. & Kleven, T. A 2002, *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: en hjelp til kritisk tolkning og vurdering*, Oslo: Unipub
- Holm, M 2002, *Opplæring i matematikk. For elever med matematikkvansker og andre elever*. Oslo: Cappelen Akademiske Forlag
- Hughes, M 1986, *Children and number. Difficulties in learning mathematics*. Oxford: Blackwell.
- Imsen, G 2006, *Elevens verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Johannessen, A 2007, *Introduksjon til SPSS: versjon 14, 15 og 16*, Oslo: Abstrakt forlag.
- Johnsen, F 2006, Automatisering av matematiske funksjoner – en kasusbeskrivelse. *Skolepsykologi*, nr.5, s. 13-26.
- Kilborn, W 1989, *Grundleggende aritmetikk. I: Didaktisk amnesteori i matematikk*. Stockholm: Lieber-Hermods.
- Logan, G. D 1985, Skill and automaticity: relations, mplications and future directions. I: *Canadian Journal of Psychology*, 39, s.367-386
- Lund, T 2002, *Innføring i forskningsmetodologi*, Oslo: Unipub.
- Lunde, O 1990, *Matematikkvansker: et spesialpedagogisk undervisningsopplegg for elever med matematikkvansker*, Brandbu: Skolepsykologi.
- Lunde, O 1994, *Lærevansker i matematikk: en litterturstudie om hvordan noen barn er svake regnere – og hva det medfører for skolen spesialundervisning*, Klepp st: Info Vest.
- Lunde, O 2003, Språket som fundament for matematikkmestring. I: *Spesialpedagogikk*, 2003 nr. 1
- Lunde, O 2003, Har eleven matematikkvansker - og hva skal vi gjøre for å oppnå mestring?, I: *Nordic Research Network on Special Needs Education in Mathematics*, viewed 5.mai 2008, <<http://www.matematikkvansker.net/artikler.htm>>
- Læreplanverket for Kunnskapsløftet*, 2006, Oslo, Utdanningsdirektoratet.
- Løwing, M & Kilborn, W 2002, *Baskunnskaper i matematikk før skola, hem och samhelle*, Lund: Studentlitteratur.
- Løwing, M & Kilborn, W 2003, *Huvudrakning: en inkørsport till matematiken*, Lund: Studentlitteratur.
- Magne, O 1998, *Att lyckas med matematikk i grundskolan*. Lund: Studentlitteratur

- Magne, O., Bengtsson, M. & Carleke 1976, I: *Undervisning af matematiksvage elever*, Jytte & Peter Bollerslev, Copenhagen : Gyldendal
- NESH 2006, *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Oslo: Forskningsetiske komiteer.
- Nyborg, M 1985, *Læringspsykologi: i oppdragelses- og undervisningslære*, Oslo: Norsk spesialpedagogisk forlag.
- Nyborg, M 1993, *Pedagogy: the study of how to provide optimum conditions of learning for persons who may differ widely in pre-requisites for learning*, Haugesund: Nordisk undervisningsforlag.
- Ostad, S. A 1992, Fra det konkrete til det symbolske. I: *Nordisk Tidskrift for Spesialpedagogikk*, nr. 4, s. 208 – 214.
- Ostad, S. A 1998, Developmental differences in solving simple arithmetic word problems and simple number – fact problems: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. I: *Mathematical Cognition*, vol. 4, s. 1 – 19.
- Ostad, S. A 1999, *Elever med matematikkvansker. Studier av kunnskapsutviklingen i strategisk perspektiv*. Oslo: Unipub
- Ostad, S. A 2000, Cognitive subtraction in a developmental perspective: accuracy, speed-of-processing and strategy-use differences in normal and mathematically disabled children. I: *Focus on Learning Problems in Mathematics*, vol. 22 (2), s.18 – 31.
- Ostad, S. A 2001, Matematikkvansker – Et resultat av forsinket eller kvalitativt forskjelling utvikling? I: *Spesialpedagogikk*, nr. 3, s. 9 – 14.
- Ostad, S. A 2003a, Fra egosentrisk til subvokal tale: Et for lite påaktet utviklingsperspektiv for å forebygge matematikkvansker? I: *Spesialpedagogikk*, nr. 10, s. 38 – 43.
- Ostad, S. A 2003b, Strategiopplæring i matematikk. I: *Tangenten*, 2, 2003.

- Ostad, S. A 2006, Dysmatematikk: Et multifaktorelt fenomen med karakteristiske kjennetegn. I: *Skolepsykologi*, nr.5, s.27-39
- Ostad, S. A. & Sørensen, P. M 2007, Privat Speech and Strategy-Use Patterns. I: *Journal of Learning Disabilities*, vol 40 (1), s. 2 – 14.
- Pegg J., Graham L. & Bellert A 2005, The effect of improved automaticity of basic number skills on persistently low-achieving pupils. I: *Proceedings of the 29th Conference of the Psychology of Mathematics Education*, vol.4, s.49-56. Melbourne: PME.
- Rakvaag, G 1991, *Pedagogisk-psykologisk ordbok*, Oslo: Kunnskapsforlaget.
- Reed, S. K 1999, *Word Problems. reseach and curriculum reform*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates,
- Sørensen, P. M 2007, Forelesningsnotater, UIO
- Tronsky, L.N. & Royer, J. M 2003, Relationship among basic computational automaticity, working memory, and complex mathematical problem solving. What we know and what we need to know. I: *Mathematical Cognition* , J.M. Royer (red.) (s.117-146) Greenwich, Conn.: Information Age.
- Tulving, E 1983, *Elements of episodic memory*, Oxford psychology series no.2, Oxford: Clarendon Press
- van der Sluis, S., van der Leij, A. & De Jong, P. F 2005, Working memory i dutch children with reading–and arithmetic–related learning disabilities. I: *Journal of Learning Disabilities*, 38, 2: Pro Quest Medical Library
- Verschaffel, L. & De Corte, E 1997, Word problems: a vehicle for romoting authentic mathematical understanding and problem solving in the primary school? I: *Learning and Teaching Mathematics*, T. Nunes & Bryant P. (edit.) United Kingdom: Biddles Ltd.
- Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E 2007, Whole number concepts and operations. I: *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, F.K. Lester, Jr. (Ed.) USA: Information Age Publishing Inc.

7. Vedlegg

Vedlegg 1: Forespørsel vedr. samtykke om deltakelse

Vedlegg 2: Veiledning testadministrering, addisjonskombinasjoner

Vedlegg 3: Veiledning testadministrering, problemløsning

Vedlegg 4: Pretest 1: Addisjonskombinasjoner 1

Vedlegg 5: Posttest 1: Addisjonskombinasjoner 2

Vedlegg 6: Pretest 2: Problemløsning 1

Vedlegg 7: Posttest 2: Problemløsning 2

Vedlegg 8: Resultater Problemløsning; grafisk framstilling, stor versjon

Vedlegg 9: Minibøker; addisjonskombinasjoner med veiledning til foreldrene

Vedlegg 1

Til foreldre og foresatte på 2.trinn

....., 18.12.2007

Jeg er lærer ved skole. I forbindelse med mine studier ved Universitetet i Oslo, Institutt for spesialpedagogikk, hvor jeg skal ta en mastergrad i spesifikke lærevansker. Veileder for prosjektet er Guri A. Nortvedt, Institutt for spesialpedagogikk, Universitetet i Oslo.

Kunnskapsløftet legger opp til at skolen skal veksle mellom problemløsende aktiviteter og ferdighetstrening i matematikk. Jeg har lenge vært opptatt av at mange elever sliter med å huske enkle addisjonskombinasjoner. Jeg ønsker derfor å gjøre et forskningsarbeid på området. Jeg skal undersøke om automatisering av addisjonskombinasjoner i matematikken kan være med å styrke elevenes ferdigheter i faget. Rektor har gitt tillatelse til og støtter opp om prosjektet.

Jeg har valgt ut de tre gruppene på 2.trinn. En av gruppene vil få trening, mens de to andre gruppene er kontrollgrupper. Treningen skal gjøres 2 g/dgl à 3-4 minutter. For at undersøkelsen og de dataene som kommer fram skal bli så pålitelig som mulig, er det viktig at det ikke trenes kombinasjoner i kontrollgruppene ut over det som gjøres i tilknytning til den ordinære undervisningen.

Undersøkelsen starter på nyåret og avsluttes til vinterferien (6 uker). Gruppene får en enkel prøve i begynnelsen av januar (førtest) og en nesten tilsvarende prøve i slutten av februar (ettertest). Prøvene varer ca 20 minutter. Når både kontrollgruppene og klassen som er med på forsøket har prøve både før og etter øvingen, er det for å kunne studere elevenes utvikling.

Hvis det skulle vise seg at tiltaket har god effekt på læringen hos tiltaksgruppen, skal kontrollgruppene få den samme treningen etter prosjektslutt.

Kontaktlærerne i klassene gir hver elev et nummer og koder prøvene slik at jeg ikke vet hvilke elever som har levert de ulike besvarelsene. Alle elever vil derfor være anonyme og opplysninger kan ikke tilbakeføres til enkeltpersoner i sluttrapporten. Jeg har vært i telefonisk kontakt med NSD (Norsk Samfunnsvitenskaplige datatjeneste) for en evt. melding av prosjektet. Melding er ikke nødvendig da det ikke skal oppbevares kodingsnøkkel (navn+kode) etter at testene er ferdig. For all forskning gjelder at det er frivillig å delta. Deltagelse krever samtykke fra elevens foresatte. Dersom elever ønsker å trekke seg underveis, vil dette ikke ha konsekvenser for eleven. Lærerne på trinnet vil få muntlig orientering om resultatene av prosjektet ved prosjektslutt.

Jeg håper dere ser positivt på prosjektet og ønsker å gi samtykke til at deres barn kan være med i undersøkelsen.

Med hilsen

Unni Christensen

Ta kontakt hvis du har spørsmål vedr. prosjektet: Telefonnr. 97 77 98 05

Svarslipp (leveres kontaktlærer)

Vi har mottatt informasjon om prosjektet ”Sammenhengen mellom hyppig trening på addisjonskombinasjoner og styrking av elevenes automatisering i addisjon” og samtykker til at

.....kan delta/ikke delta i forskningsprosjektet (stryk det som ikke passer)

(Elevenes navn)

Underskrift

.....

Vedlegg 2

Til 2.trinnslærerne:

Utføring av Addisjonskombinasjoner

(pretest/posttest)

Slik skal du gjøre:

1. Del ut oppgavene
2. Lærer sier at elevene skal gjøre så godt de kan og at de ikke gjør noe om de ikke blir ferdige når tiden er ute.
Det er mange oppgaver.☺
3. Elevene starter oppgaveløsningen samtidig.
4. Elevene legger fra seg blyanten når tiden er ute; etter 3 ½ minutter.

Lykke til!

Unni

Vedlegg 3

Til 2.trinnslærerne:

Utføring av problemløsningsoppgaver

(pretest/posttest)

Slik skal du gjøre:

1. Del ut oppgavene
2. Lærer leser gjennom oppgavene, elevene følger med i teksten
3. Lærer sier at elevene skal gjøre så godt de kan og at de ikke gjør noe om de ikke blir ferdige når tiden er ute. Hvis noen synes det er lettere å tegne svaret, er det ok 😊
4. Elevene starter oppgaveløsningen samtidig
5. Hvis noen elever ikke greier å lese teksten, kan de rekke opp hånda og lærer leser oppgaven med lav stemme til den som trenger hjelp.
6. Lærer skal ikke forklare teksten til eleven. De trenger ikke vise utregning, hvis de tar svaret direkte.
7. Elevene legger fra seg blyanten når tiden er ute; etter 5 minutter

Lykke til!

Unni

Vedlegg 4

Pretest 1; Addisjonskombinasjoner 1

Nummer_____

$7+3=$

$2+7=$

$3+2=$

$5+6=$

$8+9=$

$9+6=$

$9+2=$

$8+2=$

$5+3=$

$8+5=$

$7+6=$

$4+3=$

$5+2=$

$4+9=$

$6+2=$

$9+5=$

$8+6=$

$4+5=$

$3+6=$

$7+8=$

$7+5=$

$2+4=$

$4+7=$

$8+4=$

$3+8=$

$7+9=$

$6+4=$

$9+3=$

$2+2=$

$5+5=$

$8+8=$

$3+3=$

Vedlegg 5

Posttest 1; Addisjonskombinasjoner 2

Nummer_____

$7+7=$

$9+9=$

$3+4=$

$6+7=$

$3+7=$

$2+3=$

$3+5=$

$6+3=$

$8+7=$

$7+4=$

$4+8=$

$2+5=$

$6+8=$

$2+9=$

$9+7=$

$6+5=$

$3+9=$

$5+4=$

$5+8=$

$8+3=$

$5+7=$

$4+6=$

$6+9=$

$4+2=$

$9+8=$

$2+6=$

$2+8=$

$9+4=$

$7+2=$

$5+9=$

$4+4=$

$6+6=$

Vedlegg 6

Pretest 2; problemløsning 1

Nummer_____

Matematikk 1

Oppgave:

Regn her:

1 Anne har 5 kort. Hun får 8 til av Ole. Hvor mange har hun til sammen?	
2 Hanne har 6 blå kuler og 5 røde kuler. Hvor mange kuler har hun?	
3 Mamma har 9 kopper og pappa har 5 kopper. Hvor mange flere har mamma?	
4 Viking har 2 poeng. De får 3 poeng til i siste kamp. Hvor mange har de til sammen?	
5 Astri har 6 gule baller og 4 grønne baller. Hvor mange baller har hun?	
6 Brann har 6 poeng. Det er 3 færre enn Vålerenga. Hvor mange poeng har Vålerenga?	

Vedlegg 7

Posttest 2; problemløsning 2

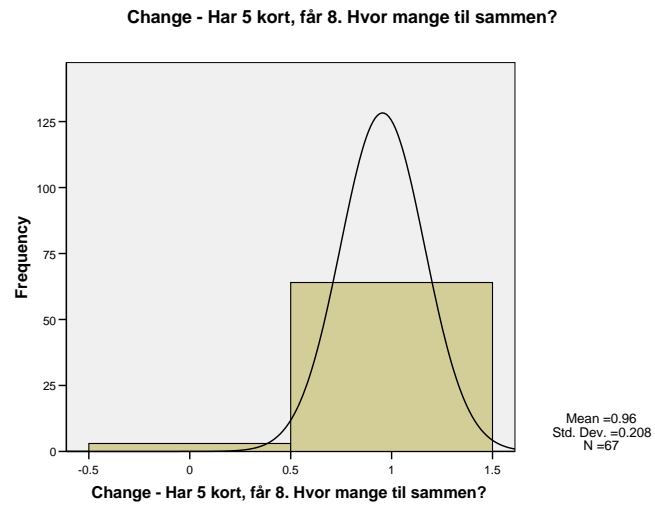
Nummer_____

Matematikk 2

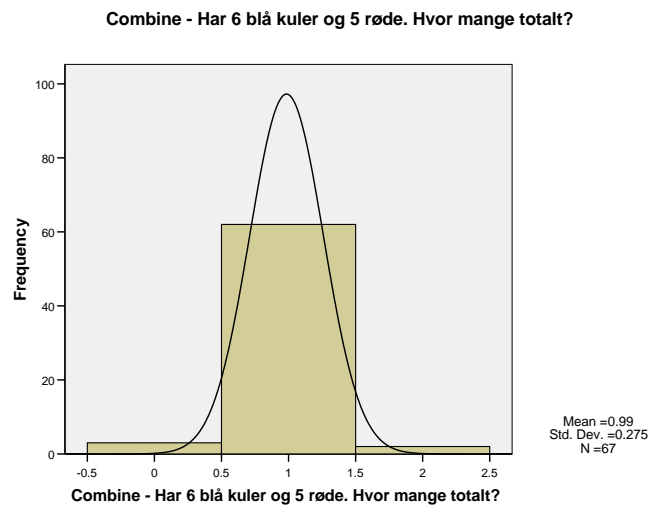
Oppgaver:

Regn her:

1 Sofie har 9 steiner. Hun får 8 til av Therese. Hvor mange har hun til sammen?	
2 Amalie har 7 lilla perler og 4 gule perler. Hvor mange perler har hun?	
3 Tina 8 fugler og Stian har 5 fugler. Hvor mange flere har Tina?	
4 Kolbotn har 5 mål. De får 8 mål til i neste kamp. Hvor mange har de til sammen?	
5 Gunnar har 3 korte bukser og 6 lange bukser. Hvor mange bukser har han?	
6 Oppegård har 7 mål. Det er 4 mål færre enn Kolbotn. Hvor mange mål har Kolbotn?	

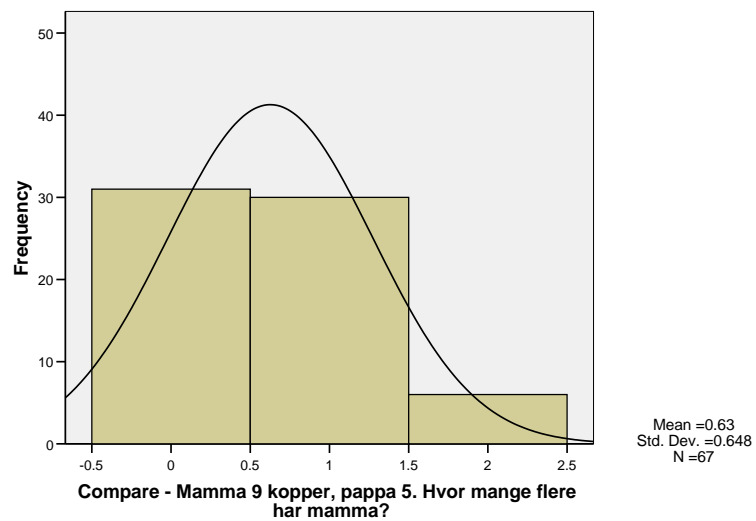


Oppgave1



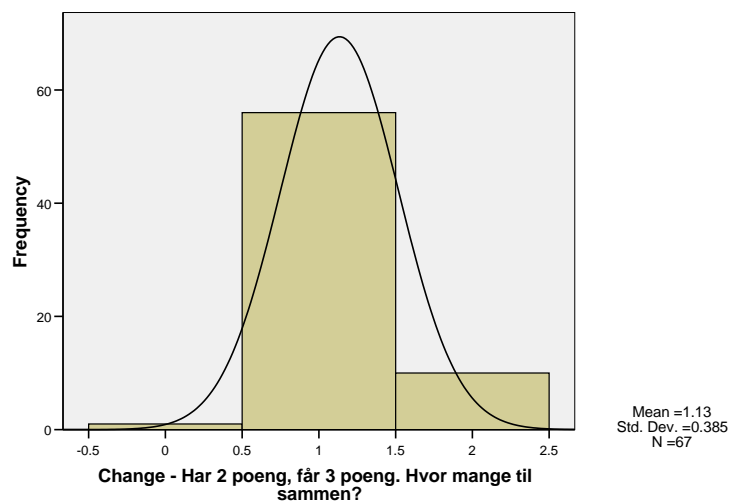
Oppgave 2

Compare - Mamma 9 kopper, pappa 5. Hvor mange flere har mamma?



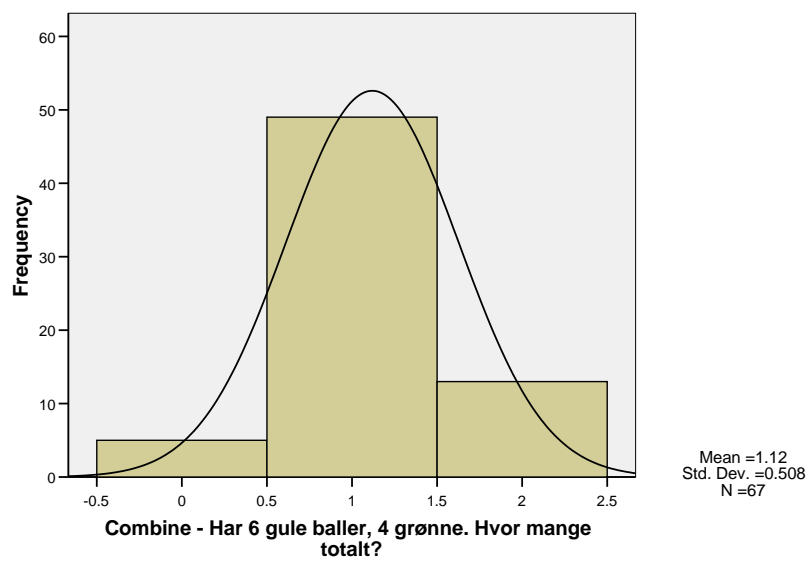
Oppgave 3

Change - Har 2 poeng, får 3 poeng. Hvor mange til sammen?



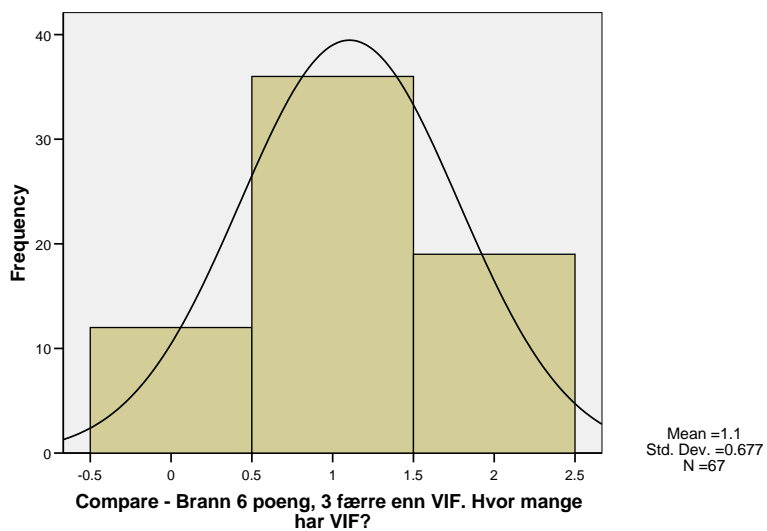
Oppgave 4

Combine - Har 6 gule baller, 4 grønne. Hvor mange totalt?



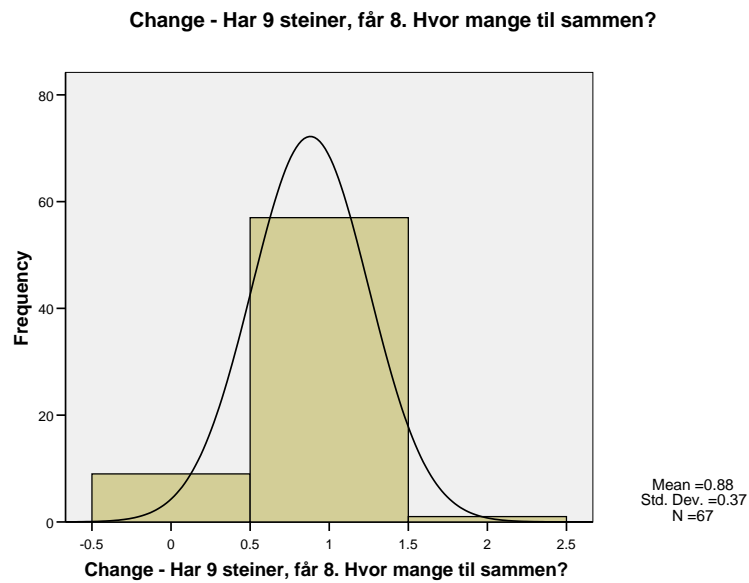
Oppgve5

Compare - Brann 6 poeng, 3 færre enn VIF. Hvor mange har VIF?

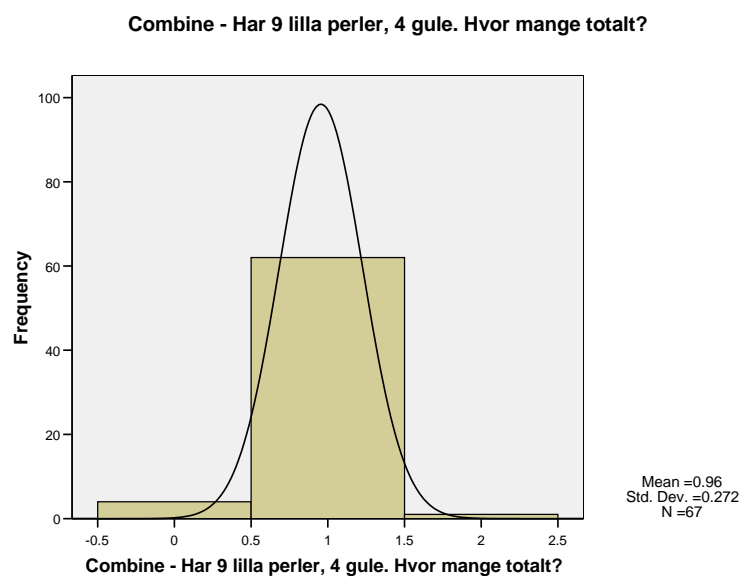


Oppgave 6

Resultater Posttest; problemløsning 2

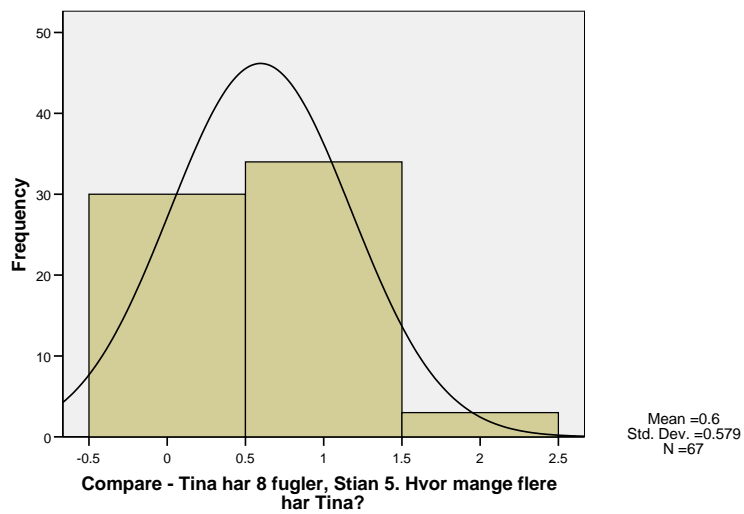


Oppgave 1



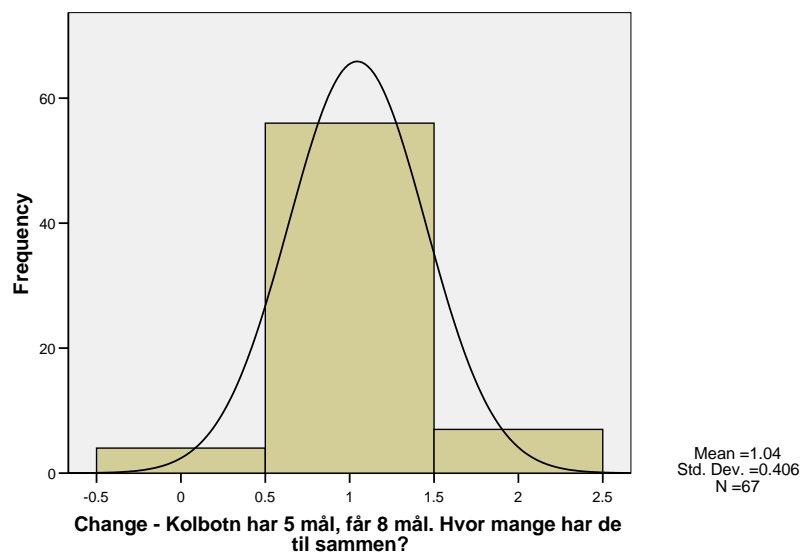
Oppgave 2

Compare - Tina har 8 fugler, Stian 5. Hvor mange flere har Tina?



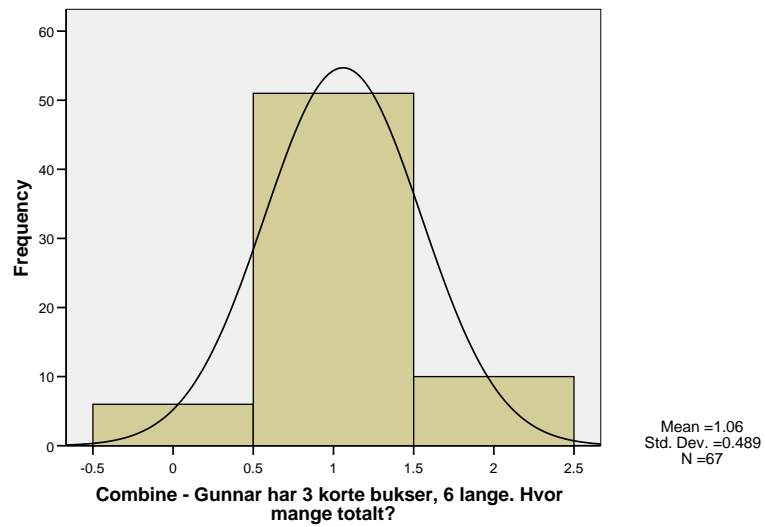
Oppgave 3

Change - Kolbotn har 5 mål, får 8 mål. Hvor mange har de til sammen?



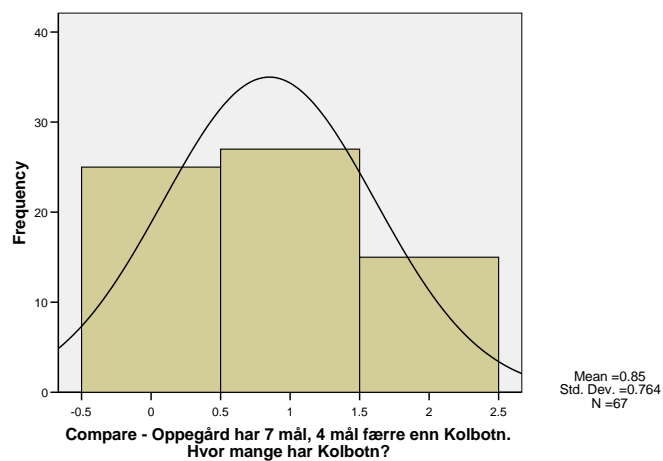
Oppgave 4

Combine - Gunnar har 3 korte bukser, 6 lange. Hvor mange totalt?



Oppgave 5

Compare - Opegård har 7 mål, 4 mål færre enn Kolbotn. Hvor mange har Kolbotn?



Oppgave 6

Til foreldrene

Automatisering av addisjonskombinasjoner

_____forstår mengdebegrepet for enkle addisjonskombinasjoner. For å kunne lette arbeidet videre med matematikkfaget, er *automatisering* av enkle addisjonskombinasjoner av stor verdi.

Vedlagt følger et lite hefte som viser *dobling* med tallene 2 til 9. Daglige repetisjoner og øvelser viser seg å gi best resultater, derfor ber vi dere om å øve minst 1 gang pr. dag.

Tips til øvelse: Elevene sier kombinasjonene HØYT, for eksempel $2+2=4$

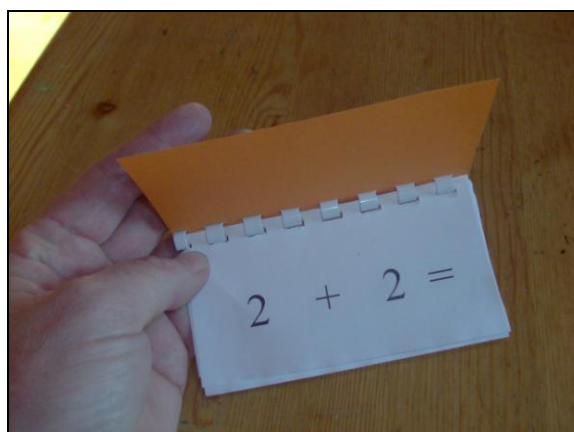
(to pluss to er lik fire). Det er viktig å ikke bare si svaret.

Forskning viser at man styrker minnet ved å si hele kombinasjonen høyt. Kombinasjonen er automatisert når svaret kommer umiddelbart.

Lykke til med øvelsene!

Med hilsen

Lærer



Til foreldrene

Automatisering av addisjonskombinasjoner

_____forstår mengdebegrepet for enkle addisjonskombinasjoner. For å kunne lette arbeidet videre med matematikkfaget, er automatisering av enkle addisjonskombinasjoner av stor verdi.

Vedlagt følger et minihefte som viser enkel addisjon med tallene 2 til 9.

Daglige repetisjoner og øvelser viser seg å gi best resultater, derfor ber vi dere om å øve minst 1 gang pr. dag.

Tips til øvelse: Elevene sier kombinasjonene HØYT, for eksempel $2+7=9$

(to pluss sju er lik ni). Det er viktig å ikke bare si svaret.

Forskning viser at man styrker minnet ved å si hele kombinasjonen høyt. Kombinasjonen er automatisert når svaret kommer umiddelbart.

Lykke til med øvelsene!

Med hilsen

Lærer

